

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002年5月23日 (23.05.2002)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 02/40227 A1

(51) 国際特許分類: B25J 5/00
(21) 国際出願番号: PCT/JP01/10032
(22) 国際出願日: 2001年11月16日 (16.11.2001)
(25) 国際出願の言語: 日本語
(26) 国際公開の言語: 日本語
(30) 優先権データ:
特願 2000-351753
2000年11月17日 (17.11.2000) JP
(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 本田技研工業株式会社 (HONDA GIKEN KOGYO)

KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒107-8556東京都港区南青山二丁目1番1号 Tokyo (JP).

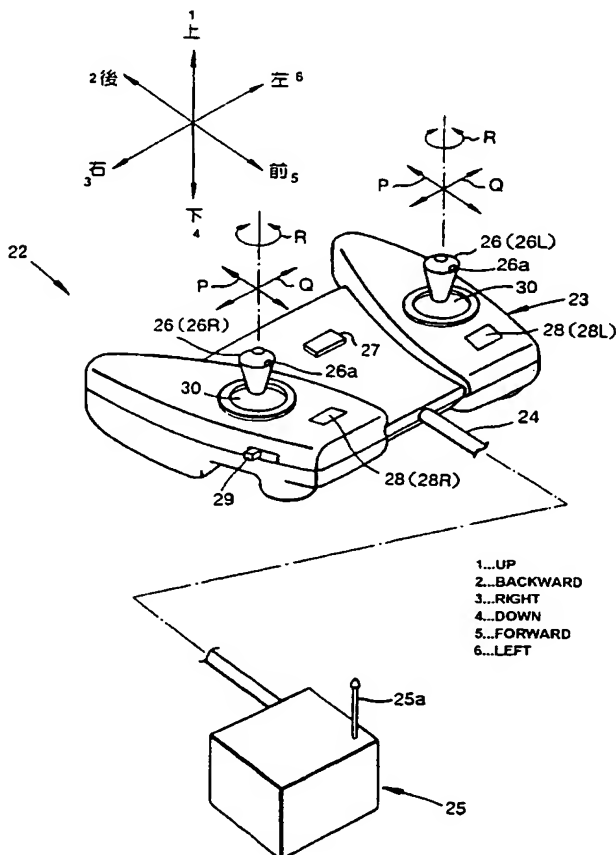
(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 佐野成夫 (SANO, Shigeo) [JP/JP]. 竹中 透 (TAKENAKA, Toru) [JP/JP]. 河井孝之 (KAWAI, Takayuki) [JP/JP]. 吉田雄一 (YOSHIDA, Yuichi) [JP/JP]; 〒351-0193 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社 本田技術研究所内 Saitama (JP).

(74) 代理人: 佐藤辰彦, 外 (SATO, Tatsuhiko et al.); 〒151-0053 東京都渋谷区代々木2-1-1 新宿マインズタワー16階 Tokyo (JP).

[続葉有]

(54) Title: REMOTE CONTROLLER OF BIPED ROBOT

(54) 発明の名称: 二足ロボットの遠隔操作装置



(57) Abstract: A remote controller of a biped robot the movement of which is remotely controlled with a simple constitution taking into consideration the stability of the posture of the robot. An operation unit (23) outputs to the robot (A) a signal representing the operational positions of operators (26, 26) respectively corresponding to both leg bodies (2, 2) of the robot (A). A control unit (19) disposed in the robot (A) generates a motion command (a desired gait) defining the motions of the leg bodies (2, 2) for at least two steps of a walk of the robot (A) according to the operational positions of the operators (26, 26) represented by the output signal data of the operation unit (23), and controls the motions of the leg bodies (2, 2) according to the motion command.

[続葉有]



(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許

2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

二足歩行ロボットの移動の遠隔操作を、ロボットの姿勢の安定性に配慮しつつ、簡易な構成で行うことができる二足歩行ロボットの遠隔操作装置である。操作器 23 は、ロボット A の両脚体 2, 2 にそれぞれ対応する操作子 26, 26 の操作位置を表す信号をロボット A 側に出力する。ロボット A に備えたコントロールユニット 19 は、操作器 23 の出力信号データが表す操作子 26, 26 の操作位置に応じてロボット A の歩行動作の少なくとも二歩以上の歩数分の脚体 2, 2 の動作を規定する動作指令（目標歩容）を生成し、その動作指令に基づき脚体 2, 2 の動作を制御する。

明 細 書

二足ロボットの遠隔操作装置

技術分野

本発明は、二足歩行ロボットの遠隔操作装置に関する。

5

背景技術

近年、本願出願人等により実用化が図られている二足歩行ロボットは、上体から二本の脚体が延設されたものであり、人間と同様に、二本の脚体を交互に離床・着床させる歩行動作より移動するものである。尚、本

10 明細書では、二足歩行ロボットの「移動」は、ある場所から別の場所への移動を含むことはもちろんのこと、例えばほぼ同じ場所で旋回して、ロボットの向きを変えるような動作も含むものとする。

この種の二足歩行ロボットの移動を行わせる場合、該ロボットに行わせようとする歩行動作の形態を規定するアルゴリズム（ロボットのどのような歩行動作をどのようなタイミングで行わせるかを規定するアルゴ

15 リズム）を、該ロボットを制御する制御装置にあらかじめティーチングしておくことが一般に行われている。

しかしながら、このようなアルゴリズムを制御装置にあらかじめティーチングしておく手法では、そのティーチング作業に多大な手間暇を要

20 すると共に、ロボットに随意に種々様々の歩行動作を行わせることが困難である。

このような不都合を解消するためには、リモートコントローラ等を用いた遠隔操作によって、ロボットの所望の歩行動作をロボットの制御装置に指令するようにすることが考えられる。

しかしながら、二足歩行ロボットは、設置型の産業用ロボット等と相違し、本来的に外乱等の影響によって姿勢の安定性が損なわれやすいので、ロボットの姿勢の安定性に配慮した操作システムを構築する必要があった。

5 また、ロボットの歩行動作を、所謂マスター・スレーブ方式で制御するものも知られている。しかし、このようなマスター・スレーブ方式による二足歩行ロボットの操作装置では、操縦者自らが、ロボットに行わせようとする歩行動作と同じような動作をしなければならないため、操作装置が大掛かりで複雑なものになってしまう不都合があった。

10 本発明は、かかる背景に鑑みてなされたものであり、二足歩行ロボットの移動の遠隔操作を、ロボットの姿勢の安定性に配慮しつつ、簡易な構成で行うことができる二足歩行ロボットの遠隔操作装置を提供することを目的とする。

15 発明の開示

本発明の二足歩行ロボットの遠隔操作装置はかかる目的を達成するために、二本の脚体を交互に離床・着床させる歩行動作により移動する二足歩行ロボットの遠隔操作装置において、複数種類の操作位置に操作可能な操作子を有し、該操作子の操作位置を表す信号を出力する操作器と、
20 該操作器の出力信号データが与えられ、その与えられた出力信号データが表す前記操作子の操作位置に応じて前記ロボットの歩行動作の少なくとも二歩以上の歩数分の両脚体の動作を規定する動作指令を生成して、該動作指令に基づき両脚体の動作を制御する制御手段とを備えたことを特徴とするものである。

25 かかる本発明によれば、前記制御手段は、前記操作器の操作子の操作位置に応じてロボットの両脚体の動作指令を生成し、該動作指令に基づ

き両脚体の動作を制御するので、前記操作子の操作によって、複数種類の形態の歩行動作（例えば前進、旋回、横歩き等）をロボットに行わせることが可能となる。そして、このとき、前記動作指令は、ロボットの歩行動作の二歩以上の歩数分について生成されるので、操作器の操作子の各操作位置によりロボットの二歩以上先までの歩行動作形態を指定できることとなる。このため、前記制御手段は、ロボットの重心が該ロボットの安定した姿勢が確保できる適正な位置に維持されるような形態で前記動作指令を生成することが可能となる。

従って、本発明によれば、二足歩行ロボットの移動の遠隔操作を、ロボットの姿勢の安定性に配慮しつつ、簡易な構成で行うことが可能となる。

かかる本発明では、より具体的には、前記２歩以上の歩数分の両脚体の動作を規定する動作指令は、例えば両脚体が着床状態となっている両脚支持期から、次の両脚支持期までの両脚体の動作を規定する今回歩容と、次の両脚支持期から次々回の両脚支持期までの両脚体の動作を規定する次回歩容とからなる２歩分の目標歩容である。そして、この場合、前記制御手段は、両脚支持期となる毎に、その直前の次回歩容を今回歩容として得ると共に、新たな次回歩容を前記操作子の操作位置に応じて生成し、さらに、少なくとも当該新たな次回歩容を操作子の操作位置に応じて逐次調整することが好適である。

これによれば、各両脚支持期から次の両脚支持期までの今回歩容に基づいてロボットの脚体の動作を行ないながら、次の両脚支持期から次々回の両脚支持期までの次回歩容が前記操作子の操作位置に応じて逐次調整されつつ生成される。そして、今回歩容に基づくロボットの脚体の動作が完了して次の両脚支持期になると、その直前に生成された次回歩容が、当該次の両脚支持期からの今回歩容となる。このように２

歩分の目標歩容としての今回歩容及び次回歩容を生成することにより、ロボットの重心の急激な移動等を避け、ロボットの姿勢の安定性を確実に確保することができるようにロボットの歩行動作を行なうことが可能となる。

- 5 また、本発明では、好ましくは、前記操作器は、前記ロボットの各脚体に対応させた操作子を各脚体毎に備えており、前記制御手段は、前記両脚体のうち、前記歩行動作における遊脚側の脚体に対応する操作子に係わる前記出力信号データが表す該操作子の操作位置に応じて、支持脚側の脚体に対する該遊脚側の脚体の相対的な着床位置及び／又は姿勢を
10 規定するように前記動作指令を生成する。

- これによれば、ロボットの二つの脚体のうちの一方の脚体に対応する操作子の操作位置に応じて、該一方の脚体を遊脚側の脚体としてロボットの歩行動作を一步分行う（該一方の脚体の離床、着床を行う）ときの該一方の脚体の動きが規定されると共に、他方の脚体に対応する操作子
15 の操作位置に応じて、該他方の脚体を遊脚側の脚体としてロボットの歩行動作を一步分行う（該他方の脚体の離床、着床を行う）ときの該他方の脚体の動きが規定される。つまり、両脚体のそれぞれに対応する操作子の操作によって、ロボットの歩行動作の二歩分の両脚体の動作を制御手段に指示することが可能となる。このため、前記制御手段は、ロボッ
20 トの歩行動作の少なくとも二歩分については、オペレータによる操作器の操作に適合させて前記動作指令を生成することが可能となり、操作器の操作と、ロボットの実際の動作との整合性を高めることができる。

- また、本発明では、前記操作子の複数種類の操作位置には、前記二足歩行ロボットの移動を停止するための移動停止操作位置が含まれており、
25 該移動停止操作位置に前記操作子が操作された状態では、前記制御手段は、前記両脚体の足踏み動作を行わせる動作指令と、前記両脚体を着床

状態に維持する動作指令とを所定の条件に応じて選択的に生成することが好ましい。

これによれば、前記操作子を移動停止操作位置に操作した状態では、ロボットの移動を伴わない両脚体の足踏み動作が行われるか、あるいは、
5 両脚体が着床状態に維持される。そして、足踏み動作を行っている際には、操作子が中立操作位置から他の操作位置に操作されたときにスムーズにロボットの歩行動作による移動を開始することができる。また、両脚体が着床状態に維持されている状態では、ロボットの消費電力を低減することが可能となる。

10 尚、両脚体の足踏み動作を行うか、両脚体を着床状態に維持するかを決めるための前記所定の条件に関しては、例えば、操作器に設けたスイッチ等により、オペレータが任意に制御手段に指定できるようにしてもよいが、例えばロボットの動作用の蓄電装置の残容量を監視するようにしておき、それに応じて、制御手段が自動的に選択するようにしてもよい。
15 い。

また、本発明では、前記操作子の複数種類の操作位置には、所定の中立操作位置が含まれ、前記制御手段は、該中立操作位置から他の操作位置への前記操作子の移動量及び／又は該移動量の時間的変化率を前記操作器の出力信号データに基づき認識する手段を具備し、その認識した移動量及び／又は該移動量の時間的変化率に応じて前記二足歩行ロボットの移動量又は移動速度を調整するように前記動作指令を生成することが好ましい。
20

尚、この場合、前述のように操作子の操作位置として移動停止位置を有する場合には、該移動停止位置と上記中立操作位置とは同じ操作位置
25 であってもよい。

これによれば、操作子の中立操作位置からの移動量や、その時間的変

化率（操作子の移動速度）を調整することによって、二足歩行ロボットの移動量（歩幅）や移動速度を調整することができ、操作器によるロボットの操作性を高めることができる。

5 また、本発明では、前記各脚体が離床状態から着床したとき、その着床を各脚体毎に検知して、その検知信号を前記操作器に出力する着床検知手段を具備し、前記操作器には、該検知信号に応じて前記各脚体の着床を各脚体毎に報知する報知手段が設けられていることが好ましい。

10 これによれば、操作器のオペレータは、ロボットの各脚体の着床タイミングを前記報知手段の報知によって、各脚体毎に認識することができるため、ロボットの実際の動きに合わせて、操作子の的確な操作を行うことができる。

さらに、本発明では、前記制御手段は、前記操作子の複数種類の操作位置のうちの少なくとも一部の操作位置に対して、互いに異なる複数種類の前記動作指令を生成可能に設けられ、前記操作器には、前記制御手段に生成させるべき動作指令の種類を該制御手段に対して切換え可能に指定する操作モード指定手段が設けられていることが好ましい。

20 これによれば、前記操作モード指定手段によって、操作器の操作に応じたロボットの歩行動作の形態を複数種類に変更することが可能となる。このため、操作器のオペレータは、自身の好みに適した操作器の操作形態（操作モード）でロボットの歩行動作の操縦を行うことが可能となる。

尚、前記操作子の操作位置の種類としては、ロボットの前後方向の移動を行うための操作位置、ロボットの左右方向の移動を行うための操作位置、あるいは、ロボットの旋回方向の移動を行うための操作位置等が挙げられる。

25 図面の簡単な説明

図 1 及び図 2 はそれぞれ本発明の実施形態における二足歩行ロボット

の全体構成を示す斜視図及び側面図、図 3 は図 1 及び図 2 のロボットの遠隔操作装置の要部構成を示す斜視図、図 4 は図 3 の遠隔操作装置の操作器の回路構成を示すブロック図である。図 5 はロボットの制御処理を示すフローチャート、図 6 はロボットの制御処理を説明するための説明図、図 7 ～図 13 は本発明の第 1 実施形態におけるロボットの脚体動作を説明するための説明図である。図 14 は本発明の第 2 実施形態におけるロボットの脚体動作を説明するための説明図である。

発明を実施するための最良の形態

- 10 本発明の二足歩行ロボットの遠隔操作装置の第 1 実施形態を図 1 ～図 13 を参照して説明する。

図 1 及び図 2 を参照して、本実施形態における二足歩行ロボット A は、上体 1（胴体）、左右一对の脚体 2，2、左右一对の腕体 3，3、及び頭部 4 を具備する人型のロボットである。

- 15 このロボット A の上体 1 は、脚体 2，2 や腕体 3，3 が延設されると共に頭部 4 を支持するメインボディ 5 と、このメインボディ 5 に背負われるようにしてメインボディ 5 の背面部に装着された筐体状のサブボディ 6 とから構成されている。

- 20 メインボディ 5 の下端部には腰部 7 が形成されており、この腰部 7 に設けられた左右一对の股関節 8，8 からそれぞれ各脚体 2 が延設されている。各脚体 2 は、その足平部 9 と股関節 8 との間に、股関節 8 側から順番に膝関節 10 及び足首関節 11 を有している。

- 25 この場合、股関節 8 は、上下、左右、及び前後方向の 3 軸回りの回転動作が可能とされ、膝関節 10 は、左右方向の 1 軸回りの回転動作が可能とされ、足首関節 11 は、上下及び左右方向の 2 軸回りの回転動作が可能とされている。これにより、各脚体 2 は、人の脚とほぼ同様の運動

を行うことが可能とされている。また、各脚体 2 の足平部 9 の底面部には、該足平部 9 が床 F（図 2 参照）に着床したときに信号を出力する接地センサ 1 2 が備えられている。該接地センサ 1 2 は、本発明における着床検知手段に相当するものであり、例えば圧力センサ等により構成されたものである。尚、該着床検知手段は、足平部 9 に作用する荷重及びモーメントを検出するセンサ（後述する）等を用いて構成するようにしてもよい。

メインボディ 5 の上部の左右の各側部に肩関節 1 3 が設けられており、この肩関節 1 3 から各腕体 3 が延設されている。各腕体 3 は、そのハンド部 1 4 と肩関節 1 4 との間に、肩関節 1 3 側から順番に肘関節 1 5 及び手首関節 1 6 を有している。そして、肩関節 1 3、肘関節 1 5 及び手首関節 1 6 は、それぞれ、3 軸回り、1 軸回り、1 軸回りの回転動作が可能とされ、人の腕の運動に近い運動を各腕体 3 に行わせることが可能とされている。

尚、前記各脚体 2 及び各腕体 3 の各関節は、図示を省略する電動モータにより駆動されるようになっている。また、頭部 4 は、メインボディ 5 の上端部に支持され、その内部には、ロボット A の視覚用の撮像装置（図示省略）が内蔵されている。

また、図 2 に示すように、前記メインボディ 5 には、ロボット A の動作電源としての蓄電装置 1 7 が搭載されている。さらに、前記サブボディ 6 には、各脚体 2 や各腕体 3 の各関節を駆動する電動モータ（図示しない）のドライバ回路ユニット 1 8 や、ロボット A の動作制御（脚体 2 や腕体 3 の各関節の動作制御）を担うコントロールユニット 1 9（以下、ECU 1 9 という）、この ECU 1 9 と後述する遠隔操作装置 2 2 との間で各種情報の授受を行うための通信装置 2 0、前記蓄電装置 1 7 の出力電圧のレベルを上記電動モータの動作の電圧等のレベルに変換す

るDC/DCコンバータ21等が收容されている。ここで、前記ECU19は、マイコン等を含む電子回路により構成されたもので、本発明における制御手段に相当するものである。また、本実施形態では、前記通信装置20は、無線による通信を行うものである。

5 尚、図示は省略するが、本実施形態の二足歩行ロボットAは、上述した構成の他、各脚体2や各腕体3の各関節の作動位置（各関節を駆動する電動モータの回転位置）を検出するためのセンサや、各脚体2の足平部9に作用する荷重及びモーメントを検出するセンサ、上体1の傾斜角及びその変化速度を検出するセンサ等も具備している。そして、前記
10 ECU19は、上記の各種センサ（前記接地センサ12を含む）から得られる情報やあらかじめ定められたプログラム、後述の遠隔操作装置22から通信装置20を介して与えられる指令情報等に基づいて、脚体2や腕体3の各関節を駆動する電動モータを制御して、ロボットAの作動制御を行う。また、このECU19は、前記接地センサ12の検出信号
15 のデータを前記通信装置20を介して後述の遠隔操作装置22に送信する処理等も行う。

尚、以下の説明において、左右の脚体2, 2を区別するために、ロボットAの前方に向かって右側の脚体2を右脚体2R、左側の脚体2を左脚体2Lと称することがある（図1参照）。

20 図3は、上述した二足歩行ロボットAの脚体2, 2による歩行動作の遠隔操作を行うための遠隔操作装置22の主要構成を示すものである。同図示のように遠隔操作装置22は、オペレータが所持して操作する操作器23と、この操作器23にケーブル24を介して接続された通信装置25とを具備している。ここで、通信装置25は、操作器23と前記
25 ロボットAのECU19との間での情報の授受を、ロボットAの通信装置20と協働して仲介するものであり、アンテナ25aを介して無線に

よりロボットAの通信装置20との通信を行う。

操作器23は、その表面部に、ロボットAの脚体2、2の動作を指令するための一对の（二個の）ジョイスティック状の操作子26、26と、ロボットAの脚体2、2を停止させるための脚体停止スイッチ27と、
5 各脚体2の着床を報知する報知手段として的一对の報知ランプ28、28とを具備する。また、操作器23は、その操作モードをあらかじめ定められた二種類の操作モードのうちのいずれか一つに選択的に指定するための操作モード切換スイッチ29（操作モード指定手段）を操作器23の側面部に具備している。

10 操作子26、26は、それぞれ、操作器23の前方に向かって右寄りの箇所、左寄りの箇所に配置され、操作器23内に回転自在に内蔵した球体30上に支持されている。そして、各操作子26は、これを支持する球体30の回転によって、図3の矢印Pで示すように前後方向と、図3の矢印Qで示すように左右方向とに揺動自在とされていると共に、図
15 3の矢印Rで示すように上下方向の軸心回りに回転自在とされている。この各操作子26は、操作器23の表面に対して鉛直方向に起立し、且つ、各操作子26の上端面周縁部に付されたマーク26aが前方に向く状態（図3示の状態）が、各操作子26の中立操作位置とされ、この中立操作位置に図示しないバネ等によって付勢されている。尚、この中立
20 操作位置は、本発明における移動停止操作位置でもある。

また、報知ランプ28、28は、操作子26、26と同様、それぞれ操作器23の表面部の右側部寄りの位置、左側部寄りの位置に設けられ、右側の報知ランプ28は、それが点灯したとき、ロボットAの右脚体2Rが離床状態から着床したことを操作器23のオペレータに報知するものである。同様に、左側の報知ランプ28は、それが点灯したとき、ロボットAの左脚体2Lが離床状態から着床したことを操作器23のオペ
25

レータに報知するものである。

また、前記操作モード切換スイッチ29により指定する操作モードは、操作子26、26の操作によるロボットAの歩行動作時の脚体2、2の動作形態の種別（詳細は後述する）を規定するものである。この操作モードは、本実施形態では、操作子26、26の前後及び左右方向の揺動操作、並びに上下方向の軸心回りの回転操作によってロボットAの脚体2、2を動作させる基本操作モードと、操作子26、26の前後及び左右方向の揺動操作のみによって脚体2、2を動作させる簡易操作モードとの二種類の操作モードがある。

尚、以下の説明において、操作子26、26を区別するために、操作器23の前方に向かって右側の操作子26を右操作子26R、左側の操作子26を左操作子26Lと称することがある。同様に、報知ランプ28、28を区別するために、右側の報知ランプ28を右報知ランプ28R、左側の報知ランプ28を左報知ランプ28Lと称することがある。

図4のブロック図を参照して、前記操作器23の内部には、右操作子26Rの操作位置を表す右操作信号を出力する右操作検出器31Rと、左操作子26Lの操作位置を表す左操作信号を出力する左操作検出器31Lと、報知ランプ28R、28Lの駆動回路32と、前記通信装置25に接続された入出力処理回路33とが内蔵されている。入出力処理回路33には、各操作検出器31R、31Lから各操作信号が入力されると共に、前記脚体停止スイッチ27のON/OFF信号及び前記操作モード切換スイッチ29の操作モード設定信号が入力される。さらに、入出力処理装置33には、ロボットAの各脚体2の接地センサ12による各脚体2の着床の検知データ（以下、着床検知データという）がロボットA側から前記通信装置25を介して入力される。

各操作検出器31R、31Lは、詳細な図示を省略するが、エンコー

ダやポテンシオメータ等を用いて構成されたものであり、出力する操作信号は、各操作子26の前後方向の操作位置を表す前後操作信号と、左右方向の操作位置を表す左右操作信号と、上下方向の軸心回りの操作位置を表す回転操作信号との三つの信号から構成される。この場合、各操作検出器31R, 31Lは、各操作子26の、前記中立操作位置からの前後方向の揺動量（球体30の左右方向の軸心回りの回転角）及びその揺動方向（球体30の左右方向の軸心回りの回転方向）に応じた信号を前記前後操作信号として出力し、前記中立操作位置からの左右方向の揺動量（球体30の前後方向の軸心回りの回転角）及びその揺動方向（球体30の前後方向の軸心回りの回転方向）に応じた信号を前記左右操作信号として出力する。さらに、各操作検出器31R, 31Lは、各操作子26の、前記中立操作位置からの上下方向の軸心回りの回転量（球体30の上下方向の軸心回りの回転角）及びその回転方向に応じた信号を前記回転操作信号として出力する。

また、前記入出力処理回路33は、各操作検出器31R, 31Lから与えられる各操作信号や、前記脚体停止スイッチ27のON/OFF信号、操作モード切換スイッチ29による操作モード設定信号のデータを通信装置25に逐次出力して、該通信装置25からロボットA側に送信せしめる処理を実行するものである。さらに、該入出力処理回路33は、ロボットA側から通信装置25を介して与えられる前記着床検知データに応じて前記報知ランプ28, 28の駆動回路32を制御する処理も行う。

次に、本実施形態の装置の作動を説明する。

まず、ロボットAのECU19による脚体2, 2の基本的な動作制御について説明する。本実施形態では、ロボットAのECU19は、基本的には、所定周期のクロックに同期したタイミングで、両脚体2, 2を

交互に離床・着床させるように、脚体 2, 2 の各関節を駆動する電動モータを制御して、ロボット A の歩行動作（移動）を行わしめる。

この ECU 1 9 の制御処理では、ロボット A の移動時の各脚体 2 の動作形態（足運びの形態）を規定する動作指令としての目標歩容が、前記
5 操作器 2 3 の入出力処理回路 3 3 から通信装置 2 5, 2 0 を介して与えられる前記右操作信号及び左操作信号のデータ（操作器 2 3 の各操作子 2 6 の操作位置を表すデータ）等に基づいて生成される。上記目標歩容は、上体 1 の姿勢や、各脚体 2 の足平部 9 の位置及び姿勢を規定するパラメータ等から構成されるものである。そして、ECU 1 9 は、生成し
10 た目標歩容に基づいて脚体 2, 2 の各関節を駆動する電動モータを制御して、脚体 2, 2 を動作させる。

この場合、本実施形態では、上記目標歩容の生成に際しては、ECU 1 9 は、ロボット A の歩行動作の 1 歩毎（遊脚側の脚体 2 が着床状態になる毎）に、該目標歩容をロボット A の歩行動作の 2 歩分にわたって生
15 成する。ここで 1 歩分の目標歩容は、より詳しくは、両脚体 2, 2 が着床状態となる両脚支持期の開始時から、一方の脚体 2 が離床状態（遊脚状態）となる片脚支持期が終了するまで（次回の両脚支持期が開始するまで）の各脚体 2 の動作を規定する目標歩容である。従って、2 歩分の目標歩容は、ロボット A の歩行動作における両脚支持期の開始時から次
20 回の両脚支持期の開始時までの目標歩容（以下、今回歩容という）と、次回の両脚支持期の開始時からその次の両脚支持期の開始時までの目標歩容（以下、次回歩容という）とから構成される。

このような目標歩容（今回歩容及び次回歩容）の生成と、その目標歩容に応じた脚体 2 の動作制御とに係わる ECU 1 9 の基本的制御処理の
25 概要を図 5 及び図 6 を参照してさらに説明する。

ECU 1 9 は、図 5 のフローチャートに示す処理を所定の制御サイク

ル（例えば 10 ms）で実行することにより、目標歩容（今回歩容及び次回歩容）を生成しつつ、ロボット 1 の脚体 2 の動作制御を行う。すなわち、ECU 19 は、所定の制御サイクル毎に、操作器 23 から通信回路 25, 20 を介して与えられる前記操作信号のデータから、操作器 23 の各操作子 26 の現在の操作位置を読み込む（STEP 1）。そして、ECU 19 は現在タイミングが両脚支持期の開始タイミングであるか否かを判断する（STEP 2）。このとき、両脚支持期の開始タイミングである場合には、ECU 19 は、現在生成されている次回歩容（これは後述する STEP 4, 7, 10, 11 の処理により前回の両脚支持期の開始時から今回の両脚支持期の開始時までの期間に生成される）を今回歩容として得る（STEP 3）。さらに、ECU 19 は、前記 STEP 1 で読み込んだ各操作子 26 の現在の操作位置に応じて次回歩容を生成する（STEP 4）。尚、各操作子 26 の操作位置に応じた具体的な歩容形態については後述する。

15 前記 STEP 2 で両脚支持期の開始タイミングで無い場合には、ECU 19 はさらに、現在タイミングが両脚支持期内のタイミング（両脚支持期の開始直後から該両脚支持期が終了する直前までの期間内のタイミング）であるか否かを判断する（STEP 5）。このとき、両脚支持期内のタイミングである場合には、ECU 19 は、現在の今回歩容及び次回歩容（より具体的には今回歩容及び次回歩容における遊脚側の脚体 2 の着床位置及び姿勢等）をそれぞれ操作子 26 の現在の操作位置に応じて修正する（STEP 6, 7）。この場合、今回歩容及び次回歩容における遊脚側の脚体 2 の着床位置及び姿勢は、原則的には操作子 26 の操作位置に対応したものに修正される。但し、操作子 26 の操作位置が現在のロボット A の移動方向等を急変させるような操作位置に変更されたような場合には、ロボット 1 の姿勢の安定性を確保できるように今

回歩容及び次回歩容における遊脚側の脚体 2 の着床位置及び姿勢が修正される。この場合、特に今回歩容は、現在タイミングの直後の遊脚側の脚体 3 の動きを規定するものであるので、STEP 3 で得られたものからの修正量ができるだけ少なくなるように修正される。

- 5 前記STEP 5 で両脚支持期内のタイミングで無い場合には、ECU 19 はさらに、現在タイミングが両脚支持期の終了タイミング（片脚支持期の開始タイミング）であるか否かを判断する（STEP 8）。このとき、両脚支持期の終了タイミングである場合には、ECU 19 は、現在の今回歩容を最終的な今回歩容として確定する（STEP 9）。また、
- 10 ECU 19 は、現在の次回歩容を前記STEP 7 の場合と同様に操作子 26 の操作位置に応じて修正する（STEP 10）。

- そして、ECU 19 は、STEP 8 で両脚支持期の終了タイミングで無い場合、すなわち、一方の脚体 3 が離床状態となる片脚支持期である場合には、現在の次回歩容を前記STEP 7 の場合と同様に操作子 26
- 15 の操作位置に応じて修正する（STEP 11）。

また ECU 19 は、上述のように今回歩容及び次回歩容を生成もしくは修正した後には（STEP 4, 7, 10, 11 の処理の実行後）、ECU 19 は、現在の今回歩容に応じて脚体 3, 3 の動作制御を行う（STEP 12）。

- 20 ロボット 1 の歩行動作中における上述のような ECU 19 の制御処理の様子を時系列的に図示表現したものが図 6 である。同図において、t0, t1, ……は時刻を意味し、「D」、「S」はそれぞれ両脚支持期、片脚支持期を意味し、「L」、「R」はそれぞれ左脚体 2 L、右脚体 2 Rを意味している。また、波線部分は、脚体 2 L 又は 2 R が着床状態となる期間
- 25 を示している。この場合、波線部分と同じ行の「L」又は「R」が両脚体 2 L, 2 R のいずれの脚体が値着床状態となるかを表している。例え

ば、時刻 $t_3 \sim t_7$ の期間の波線部分は、その期間において左脚体 2 L が着床状態となることを表している。

また、点描部分は、前記今回歩容の生成や修正が行われる期間を示している。この場合、点描部分と同じ行の「L」又は「R」が、該点描部分に対応する今回歩容において遊脚となる脚体 2 L 又は 2 R を表している。例えば、時刻 $t_3 \sim t_4$ の期間の点描部分は、右脚体 2 R を遊脚とする今回歩容が該点描部分の期間で生成されて適宜修正されることを表している。さらに、斜線部分は、前記次回歩容の生成や修正が行われる期間を示している。この場合、斜線部分と同じ行の「L」又は「R」が、斜線部分に対応する次回歩容において遊脚となる脚体 2 L 又は 2 R を表している。例えば時刻 $t_3 \sim t_6$ の期間の斜線部分は、左脚体 2 L を遊脚とする次回歩容が該斜線部分の期間で生成されて適宜修正されることを表している。

前述の ECU 19 の処理によって、例えば時刻 t_6 ($t_6 \sim t_7$ の両脚支持期の開始時で、右脚体 2 R の着床開始時) において、該時刻 t_6 の直前までに $t_3 \sim t_6$ の期間で生成・修正された次回歩容 (左脚体 2 L を遊脚とする目標歩容) が、該時刻 t_6 の直後の左脚体 2 L の足運びの形態を規定する今回歩容とされる。そして、その今回歩容は、該左脚体 2 L の離床が開始する時刻 t_7 まで操作子 26 の操作位置に応じて適宜修正され、該時刻 t_7 において確定する。そして、 $t_7 \sim t_9$ で遊脚なる左脚体 2 L の動作 (時刻 t_9 での左脚体 2 L の着床位置及び姿勢等) は、時刻 t_7 で確定した今回歩容に基づいて行われる。また、前記時刻 t_6 において、右脚体 2 R を遊脚とする次回歩容 ($t_6 \sim t_9$ の今回歩容に続く次回歩容) が、その時の操作子 26 の操作位置に応じて生成され、この次回歩容は、今回歩容に基づく実際の脚体 3 の動作の終了時 (左脚体 2 L が離床状態から着床する時刻 t_9) まで、操作子の 26 の操作位置に応じて

適宜修正される。そして、この次回歩容は、時刻 t_9 において、該時刻 $t_9 \sim t_{12}$ の期間に係わる今回歩容となる。

本実施形態では、上述のようにロボット A の歩行動作の 1 歩毎に 2 歩分の目標歩容である今回歩容及び次回歩容が操作器 23 の操作子 26 の
5 操作位置に応じて適宜、生成・修正され、これらの目標歩容に基づいて脚体 3, 3 の動作制御が行われる。

次に、操作器 23 の各操作子 26 の操作位置に応じて ECU 19 が制御する脚体 3, 3 のより具体的な歩容形態を説明する。

まず、前記操作モード切換スイッチ 29 によって操作器 23 の操作モ
10 ードが前記基本操作モードに設定され、それを示すデータが操作器 23 の入出力処理回路 33 から通信装置 25, 20 を介してロボット A の ECU 19 に与えられている場合について説明する。

操作器 23 の操作モードが基本操作モードに設定されている状態では、
ロボット A の ECU 19 は、操作器 23 から通信回路 25, 20 を介し
15 て与えられる前記操作信号のデータから、操作器 23 の各操作子 26 の前後方向の操作位置と、左右方向の操作位置と、上下方向の軸心回りの操作位置とを、それぞれ 3 種類に分類して判断する。

すなわち、ECU 19 は、例えば各操作子 26 の前後方向の揺動操作
に関して、該操作子 26 の中立操作位置からの前後方向の揺動量が所定
20 量に満たない場合には、該操作子 26 が中立操作位置に存すると判断し、その前後方向の揺動量が前方側に所定量以上であるときと、後方側に所定量以上であるときとに、それぞれ、操作子 26 の操作位置を前方側の操作位置（以下、前操作位置という）、後方側の操作位置（以下、後操作位置という）であると判断する。

25 このことは、各操作子 26 の左右方向の揺動操作、及び上下方向の軸心回りの回転操作に関しても同様であり、ECU 19 は、各操作子 26

の中立操作位置からの左右方向の揺動量が右方向あるいは左方向に所定量以上であるか否かによって、操作子26の左右方向の操作位置が、中立操作位置であるか、右側の操作位置（以下、右操作位置という）であるか、左側の操作位置（以下、左操作位置という）であるかを判断する。

- 5 また、ECU19は、各操作子26の上下方向の軸心回りの回転量（中立操作位置からの回転量）が時計回り方向あるいは反時計回り方向に所定量以上であるか否かによって、操作子26の上下方向の軸心回りの操作位置（以下、単に回転操作位置という）が、中立操作位置であるか、時計回り方向に回転された位置（以下、右回転操作位置という）であるか、反時計回り方向に回転された位置（以下、左回転操作位置という）であるかを判断する。
- 10

そして、ECU19は、操作器23の両操作子26R、26Lの操作位置に対して、例えば、図7、図8(a)～図8(d)、図9(a)～図9(d)、図10(a)～図10(d)に例示するような歩容形態で、

15 脚体2, 2を動作させる。

- これらの各図は、両脚体2, 2が左右方向に並列して同じ場所で足踏みをしているか、もしくは、継続的に着床した状態（ロボットAが移動しない状態。この状態については図5を参照して後に説明する）において、両操作子26R、26Lが各図に併記した操作位置に操作された場合における脚体2, 2の1歩目から3歩目までの足平部9の動き（ロボットAの上方から見た平面視的な動き）を模式的に各図の左側から順番に時系列的に表現したものである。この場合、各図において、白抜きの足平部9は、遊脚側の脚体2の足平部9を示し、斜線付きの足平部9は、支持脚側の脚体2の足平部9を示している。また、各図に併記した操作位置に関して、図中の「中」、「前」、「後」、「右」、「左」、「右回」、「左回」はそれぞれ前記中立操作位置、前操作位置、後操作位置、右操作位
- 20
- 25

置、左操作位置、右回転操作位置、左回転操作位置を意味している。

ここで、これらの図7～10に示す例は、より詳しくは、左脚体2Lを離床させるべきタイミングの前（例えば図6の時刻 t3～t6 の期間内）に、両操作子26R, 26Lが、前記中立操作位置から各図に併記した操作位置に操作されてその操作位置に定常的に保持され、その操作位置に応じて前記目標歩容（今回歩容及び次回歩容）が生成されている場合に対応するものである。

この場合、左脚体2Lの離床直前の両脚支持期の開始時前に前記ECU19が生成している次回歩容（例えば図6の t3～t6 の期間内の次回歩容）は、両操作子26R, 26Lが各図7～10に併記した操作位置に操作された時点で、その操作位置に対応した歩容に修正（更新）され、それがそのまま左脚体2Lの離床直前の両脚支持期（例えば図6の t6～t7）において、今回歩容（各図7～10の1歩目の目標歩容で、左脚体2Lを遊脚として動かすための歩容）として確定される。また、この1歩目の左脚体2Lの離床直前の両脚支持期の開始時から新たに生成される次回歩容（例えば図6の t6～t9 の期間内の次回歩容）は、各図7～10に併記した操作子26R, 26Lの操作位置に対応したものに生成されて維持され、それが、左脚体2Lの離床後の着床時（例えば図6の時刻 t9）において今回歩容（各図7～10の2歩目の目標歩容で、右脚体2Rを遊脚として動かすための歩容）となる。さらに、この2歩目の右脚体2Rの離床直前の両脚支持期の開始時から新たに生成される次回歩容（例えば図6の t9～t12 の期間内の次回歩容）は、各図7～10に併記した操作子26R, 26Lの操作位置に対応したものに生成されて維持され、それが、右脚体2Rの離床後の着床時（例えば図6の時刻 t12）において今回歩容（各図7～10の3歩目の目標歩容で、左脚体2Lを遊脚として動かすための歩容）となる。以後、このような今回

歩容及び次回歩容が生成が定常的に繰り返される。

図 7 ～ 10 に例示する歩容形態について以下に詳説する。まず、図 7 に示すように、操作器 23 の両操作子 26 R, 26 L が共に中立操作位置に定常的に操作されている状態では（但し、操作器 23 の脚体停止スイッチ 27 は OFF にされているとする）、ECU 19 は、両脚体 2 L, 2 R の足平部 9, 9 を左右方向に一定間隔で並列させつつ、交互に同じ場所

5 場所で離床・着床を繰り返すように目標歩容を生成し、両脚体 2 L, 2 R の足踏み動作を行わしめる。この状態では、ロボット A は移動しない。

このように両操作子 26 R, 26 L が共に中立操作位置に操作されている状態

10 いる状態で、前記操作器 23 の脚体停止スイッチ 27 が ON 操作され、それを示すデータが、操作器 23 の入出力処理回路 33 から通信装置 25, 20 を介してロボット A の ECU 19 に与えられたときには、ECU 19 は、両脚体 2 L, 2 R の足平部 9, 9 を左右方向に並列させて共に着床状態（以下、並列着床状態という）に維持するように、目標歩容を

15 生成する。このときの足平部 9, 9 の左右方向の間隔は、上記の足踏み動作において、両脚体 2 L, 2 R の足平部 9, 9 が共に着床状態となった時の両足平部 9, 9 の間隔と同一である。これにより、両脚体 2 L, 2 R の足踏み動作が、両脚体 2 L, 2 R の足平部 9, 9 が共に着床した時から停止する。

20 尚、両脚体 2 L, 2 R が共に着床状態に維持されている場合において、脚体停止スイッチ 27 が OFF 操作されたときには、再び、脚体 2 L, 2 R の足踏み動作が開始する。また、脚体 2 L, 2 R の足踏み動作において、2 歩分の目標歩容としての前記今回歩容及び次回歩容が歩行動作の 1 歩毎に生成されることは前述の通りである。例えば、図 5 の 1 歩目

25 において、左脚体 2 L が遊脚となる直前の両脚支持期において、1 歩目の目標歩容である今回歩容が生成されて確定され、その両脚支持期の開

始時から、左脚体 2 L の離床後、着床するまでの期間において 2 歩目の目標歩容である次回歩容が生成される。

また、以下の説明においては、上記の足踏み動作状態や、並列着床状態における両足平部 9, 9 の左右方向の間隔を足平基本間隔という。

- 5 次に、図 8 (a) ~ (d) は、両操作子 2 6 R, 2 6 L の前後方向の揺動操作に係わるロボット A の歩行動作の基本形態を示すものである。
- この場合、左操作子 2 6 L の前後方向の操作位置（前操作位置又は後操作位置又は中立操作位置）に応じて、左脚体 2 L を遊脚として動作させる際における該左脚体 2 L の足平部 9 の、右脚体 2 R の足平部 9 に対する
- 10 前後方向の着床位置及び姿勢が決定される。同様に、右操作子 2 6 R の前後方向の操作位置に応じて、右脚体 2 R を遊脚として動作させる際における該右脚体 2 R の足平部 9 の、左脚体 2 L の足平部 9 に対する前後方向の着床位置及び姿勢が決定される。

- 例えば、図 8 (a) に示すように、左操作子 2 6 L 及び右操作子 2 6
- 15 R が共に定常的に前操作位置に操作されている状態では、ECU 1 9 は、左脚体 2 L 及び右脚体 2 R をそれぞれ遊脚、支持脚として動作させる際に（図の 1 歩目、及び 3 歩目を参照）、該左脚体 2 L の足平部 9 が、右脚体 2 R の足平部 9 に対して、前方に所定量だけ踏み出した位置に左脚体 2 L を着床させる（これは左操作子 2 6 L が前操作位置に操作されていることに対応する）と共に、左脚体 2 L 及び右脚体 2 R をそれぞれ支持脚、遊脚として動作させる際に（図の 2 歩目を参照）、該右脚体 2 R の足平部 9 が、左脚体 2 L の足平部 9 に対して、前方に所定量だけ踏み出した位置に右脚体 2 R を着床させる（これは右操作子 2 6 R が前操作位置に操作されていることに対応する）ように前記今回歩容及び次回歩
- 20 容を 1 歩毎に生成する。これにより、図 8 (a) に示すような両脚体 2 L, 2 R の動作形態で、ロボット A の前進歩行が行われることとなる。

2 2

また、図 8 (b) に示すように、左操作子 2 6 L 及び右操作子 2 6 R がそれぞれ前操作位置、中立操作位置に操作されている状態では、ECU 1 9 は、左脚体 2 L 及び右脚体 2 R をそれぞれ遊脚、支持脚として動作させる際に（図の 1 歩目、及び 3 歩目を参照）、該左脚体 2 L の足平部 9 が、右脚体 2 R の足平部 9 に対して、前方に所定量だけ踏み出した位置に左脚体 2 L を着床させる（これは図 8 (a) の場合と同じ）と共に、左脚体 2 L 及び右脚体 2 R をそれぞれ支持脚、遊脚として動作させる際に（図の 2 歩目を参照）、該右脚体 2 R の足平部 9 が、左脚体 2 L の足平部 9 に対して、左右方向に前記足平基本間隔で並列する位置に右脚体 2 R を着床させる（これは右操作子 2 6 R が中立操作位置に操作されていることに対応する）ように 2 歩分の目標歩容（前記今回歩容及び次回歩容）を 1 歩毎に生成する。これにより、図 8 (b) に示すような形態で、ロボット A の前進歩行が行われることとなる。

このような図 8 (b) のような歩行動作は、左操作子 2 6 L 及び右操作子 2 6 R がそれぞれ中立操作位置、前操作位置に操作されている場合でも、図 8 (d) に示すように同様に行われる。但し、この場合、左操作子 2 6 L が中立操作位置に操作されているので、左脚体 2 L が遊脚となると（図の 1 歩目、及び 3 歩目）に、該左脚体 2 L の足平部 9 が、右脚体 2 R の足平部 9 に対して、左右方向に前記足平基本間隔で並列するように移動される。そして、図 8 (d) では、1 歩目の遊脚が左脚体 2 L であるため、1 歩目では、ロボット A は前方に移動しない。

また、図 8 (c) に示すように、左操作子 2 6 L 及び右操作子 2 6 R がそれぞれ前操作位置、後操作位置に操作されている状態では、ECU 1 9 は、左脚体 2 L 及び右脚体 2 R をそれぞれ遊脚、支持脚として動作させる際に（図の 1 歩目、及び 3 歩目を参照）、該左脚体 2 L の足平部 9 が、右脚体 2 R の足平部 9 に対して、前方に所定量だけ踏み出した位

23

置に左脚体 2 L を着床させる（これは図 8（a）の場合と同じ）と共に、左脚体 2 L 及び右脚体 2 R をそれぞれ支持脚、遊脚として動作させる際に（図の 2 歩目を参照）、該右脚体 2 R の足平部 9 が、左脚体 2 L の足平部 9 に対して、後方に所定量だけ後ずさった位置に右脚体 2 R を着床
5 させるように 2 歩分の目標歩容（今回歩容及び次回歩容）を 1 歩毎に生成する。このため、この場合には、1 歩目で、遊脚の左脚体 2 L の足平部 9 が前方に踏み出された後は、その 1 歩目の足平部 9，9 の前後方向の位置及び姿勢関係を維持したまま、脚体 2 L，2 R の足踏み動作が繰り返されることとなる。

10 このようにして、両操作子 2 6 L，2 6 R の前後方向の揺動操作に関しては、左操作子 2 6 L が、前、中立、後のいずれの操作位置に操作されているかによって、左脚体 2 L が遊脚として動作するときの、右脚体 2 R の足平部 9 に対する左脚体 2 L の足平部 9 に対する前後方向の着床位置及び姿勢が右操作子 2 6 R の前後方向の操作位置によらずに決定さ
15 れる。また、右操作子 2 6 R が、前、中立、後のいずれの操作位置に操作されているかによって、右脚体 2 R が遊脚として動作するときの、左脚体 2 L の足平部 9 に対する右脚体 2 R の足平部 9 に対する前後方向の着床位置及び姿勢が左操作子 2 6 L の前後方向の操作位置によらずに決定される。

20 尚、図 8（a）～（d）のいずれの場合においても、両操作子 2 6 L，2 6 R が同じ操作位置に継続的に操作されている状態では、4 歩目以後は、2 歩目、3 歩目の動作が交互に繰り返されることとなる。

次に、図 9（a）～（d）は、両操作子 2 6 R，2 6 L の左右方向の揺動操作に係わるロボット A の歩行動作の形態を示すものである。この
25 場合、左操作子 2 6 L の左右方向の操作位置（左操作位置又は右操作位置又は中立操作位置）に応じて、左脚体 2 L を遊脚として動作させる際

における該左脚体 2 L の足平部 9 の、右脚体 2 R の足平部 9 に対する左右方向の着床位置及び姿勢が決定される。同様に、右操作子 2 6 R の左右方向の操作位置に応じて、右脚体 2 R を遊脚として動作させる際における該右脚体 2 R の足平部 9 の、左脚体 2 L の足平部 9 に対する左右方向の着床位置及び姿勢が決定される。

例えば、図 9 (a) に示すように、左操作子 2 6 L 及び右操作子 2 6 R が共に右操作位置に操作されている状態では、ECU 1 9 は、左脚体 2 L 及び右脚体 2 R をそれぞれ遊脚、支持脚として動作させる際に（図の 1 歩目、及び 3 歩目を参照）、該左脚体 2 L の足平部 9 が、右脚体 2 R の足平部 9 に対して、前記足平基本間隔よりも所定量だけ右方向に接近する位置に左脚体 2 L を着床させる（これは左操作子 2 6 L が右操作位置に操作されていることに対応する）と共に、左脚体 2 L 及び右脚体 2 R をそれぞれ支持脚、遊脚として動作させる際に（図の 2 歩目を参照）、該右脚体 2 R の足平部 9 が、左脚体 2 L の足平部 9 に対して、前記足平基本間隔よりも所定量だけ右方向に離間する位置に右脚体 2 R を着床させる（これは右操作子 2 6 R が右操作位置に操作されていることに対応する）ように 2 歩分の目標歩容（今回歩容及び次回歩容）を 1 歩毎に生成する。これにより、図 9 (a) に示すような両脚体 2 L, 2 R の動作形態で、ロボット A の右方向への横歩きが行われることとなる。

また、図 9 (b) に示すように、左操作子 2 6 L 及び右操作子 2 6 R がそれぞれ右操作位置、中立操作位置に操作されている状態では、ECU 1 9 は、左脚体 2 L 及び右脚体 2 R をそれぞれ遊脚、支持脚として動作させる際に（図の 1 歩目、及び 3 歩目を参照）、該左脚体 2 L の足平部 9 が、右脚体 2 R の足平部 9 に対して、前記足平基本間隔よりも所定量だけ右方向に接近する位置に左脚体 2 L を着床させる（これは図 9 (a) の場合と同じ）と共に、左脚体 2 L 及び右脚体 2 R をそれぞれ

支持脚、遊脚として動作させる際に（図の２歩目を参照）、該右脚体 2 R の足平部 9 が、左脚体 2 L の足平部 9 に対して、前記足平基本間隔で左右方向に並列する位置に右脚体 2 R を着床させる（これは右操作子 2 6 R が中立操作位置に操作されていることに対応する）ように２歩分の目標歩容（今回歩容及び次回歩容）を１歩毎に生成する。これにより、図 9（b）に示すような形態で、ロボット A の右方向への横歩きが行われる。

このような図 9（b）のような歩行動作は、左操作子 2 6 L 及び右操作子 2 6 R がそれぞれ中操作位置、右操作位置に操作されている場合でも、図 9（d）に示すように同様に行われる。但し、この場合、左操作子 2 6 L が中立操作位置に操作されているので、左脚体 2 L が遊脚となるときの（図の１歩目、及び３歩目）に、該左脚体 2 L の足平部 9 が、右脚体 2 R の足平部 9 に対して左右方向に前記足平基本間隔で並列する位置に移動される。そして、図 9（d）では、１歩目の遊脚が左脚体 2 L であるため、１歩目では、ロボット A は右方向に移動しない。さらに、この場合、右操作子 2 6 R が右操作位置に操作されているので、右脚体 2 R が遊脚となるときの（図の２歩目）に、右脚体 2 R の足平部 9 が、左脚体 2 L の足平部 9 に対して、前記足平基本間隔よりも所定量だけ離間するように右方向に移動される。

また、図 9（c）に示すように、左操作子 2 6 L 及び右操作子 2 6 R がそれぞれ右操作位置、左操作位置に操作されている状態では、ECU 1.9 は、左脚体 2 L 及び右脚体 2 R をそれぞれ遊脚、支持脚として動作させる際に（図の１歩目、及び３歩目を参照）、該左脚体 2 L の足平部 9 が、右脚体 2 R の足平部 9 に対して、前記足平基本間隔よりも所定量だけ左右方向に接近する位置に左脚体 2 L を着床させる（これは図 9（a）の場合と同様）と共に、左脚体 2 L 及び右脚体 2 R をそれぞれ支

26

持脚、遊脚として動作させる際に（図の2歩目を参照）、該右脚体2Rの足平部9が、左脚体2Lの足平部9に対して、前記足平基本間隔よりも所定量だけ左右方向に接近した位置に右脚体2Rを着床させる（これは右操作子26Rが左操作位置に操作されていることに対応する）ように2歩分の目標歩容（今回歩容及び次回歩容）を1歩毎に生成する。このため、この場合には、1歩目で、遊脚の左脚体2Lの足平部9が右脚体2Rの足平部9に左右方向に接近された後は、その1歩目の足平部9、9の左右方向の位置及び姿勢関係を維持したまま、脚体2L、2Rの足踏み動作が繰り返されることとなる。従って、この場合には、ロボットAは左右方向に移動しない。

このようにして、両操作子26L、26Rの左右方向の揺動操作に関しては、左操作子26Lが、右、中立、左のいずれの操作位置に操作されているかによって、左脚体2Lが遊脚として動作するときの、右脚体2Rの足平部9に対する左脚体2Lの足平部9に対する左右方向の着床位置及び姿勢が右操作子26Rの左右方向の操作位置によらずに決定される。また、右操作子26Rが、右、中立、左のいずれの操作位置に操作されているかによって、右脚体2Rが遊脚として動作するときの、左脚体2Lの足平部9に対する右脚体2Rの足平部9に対する左右方向の着床位置及び姿勢が左操作子26Lの左右方向の操作位置によらずに決定される。

尚、図9（a）～（d）のいずれの場合においても、両操作子26L、26Rが同じ操作位置に継続的に操作されている状態では、4歩目以後は、2歩目、3歩目の動作が交互に繰り返されることとなる。

次に、図10（a）～（d）は、両操作子26R、26Lの回転操作に係わるロボットAの歩行動作の形態を示すものである。この場合、左操作子26Lの回転方向の操作位置（左回転操作位置又は右回転操作位

置又は中立操作位置) に応じて、左脚体 2 L を遊脚として動作させる際における該左脚体 2 L の足平部 9 の、右脚体 2 R の足平部 9 に対する旋回方向の着床位置及び姿勢が決定される。同様に、右操作子 2 6 R の回転方向の操作位置に応じて、右脚体 2 R を遊脚として動作させる際における該右脚体 2 R の足平部 9 の、左脚体 2 L の足平部 9 に対する旋回方向の着床位置及び姿勢が決定される。

例えば、図 10 (a) に示すように、左操作子 2 6 L 及び右操作子 2 6 R が共に右回転操作位置に操作されている状態では、ECU 1 9 は、左脚体 2 L 及び右脚体 2 R をそれぞれ遊脚、支持脚として動作させる際に (図の 1 歩目、及び 3 歩目を参照)、該左脚体 2 L の足平部 9 が、右脚体 2 R の足平部 9 に対して、時計回り方向に所定量だけ旋回した位置に左脚体 2 L を着床させる (これは左操作子 2 6 L が右回転操作位置に操作されていることに対応する) と共に、左脚体 2 L 及び右脚体 2 R をそれぞれ支持脚、遊脚として動作させる際に (図の 2 歩目を参照)、該右脚体 2 R の足平部 9 が、左脚体 2 L の足平部 9 に対して、時計回り方向に所定量だけ旋回した位置に右脚体 2 R を着床させる (これは右操作子 2 6 R が右操作位置に操作されていることに対応する) ように 2 歩分の目標歩容 (今回歩容及び次回歩容) を 1 歩毎に生成する。これにより、図 10 (a) に示すような両脚体 2 L, 2 R の動作形態で、ロボット A の時計回り方向の旋回が行われることとなる。この場合、左脚体 2 L が遊脚であるときに、両足平部 9, 9 が内股状の姿勢関係となり、右脚体 2 R が遊脚であるときに、両足平部 9, 9 が蟹股状の姿勢関係となる。

また、図 10 (b) に示すように、左操作子 2 6 L 及び右操作子 2 6 R がそれぞれ右回転操作位置、中立操作位置に操作されている状態では、ECU 1 9 は、左脚体 2 L 及び右脚体 2 R をそれぞれ遊脚、支持脚として動作させる際に (図の 1 歩目、及び 3 歩目を参照)、該左脚体 2 L の

足平部 9 が、右脚体 2 R の足平部 9 に対して、所定量だけ時計回り方向に旋回した位置に左脚体 2 L を着床させる（これは図 10（a）の場合と同じ）と共に、左脚体 2 L 及び右脚体 2 R をそれぞれ支持脚、遊脚として動作させる際に（図の 2 歩目を参照）、該右脚体 2 R の足平部 9 が、

5 左脚体 2 L の足平部 9 に対して、前記足平基本間隔で平行に並列する位置に右脚体 2 R を着床させる（これは右操作子 2 6 R が中立操作位置に操作されていることに対応する）ように 2 歩分の目標歩容（今回歩容及び次回歩容）を 1 歩毎に生成する。これにより、図 10（b）に示すような形態で、ロボット A の時計回り方向の旋回が行われることとなる。

10 この場合、左脚体 2 L が遊脚であるときに、両足平部 9，9 が内股状の姿勢関係となり、右脚体 2 R が遊脚であるときに、両足平部 9，9 が前記足平基本間隔で平行に並列する姿勢関係となる。

このような図 10（b）のような歩行動作（ロボット A の旋回動作）は、左操作子 2 6 L 及び右操作子 2 6 R がそれぞれ中立操作位置、右回

15 転操作位置に操作されている場合でも、図 10（d）に示すように同様に行われる。但し、この場合、左操作子 2 6 L が中立操作位置に操作されているので、左脚体 2 L が遊脚となるとき（図の 1 歩目、及び 3 歩目）に、該左脚体 2 L の足平部 9 が、右脚体 2 R の足平部 9 に対して、前記足平基本間隔で平行に並列する位置に移動される。そして、図 10

20 （d）では、1 歩目の遊脚が左脚体 2 L であるため、1 歩目では、ロボット A は時計回り方向に旋回しない。さらに、この場合、右操作子 2 6 R が右操作位置に操作されているので、右脚体 2 R が遊脚となるとき（図の 2 歩目）に、右脚体 2 R の足平部 9 が、左脚体 2 L の足平部 9 に対して、時計回り方向に旋回して、両足平部 9，9 が蟹股状の姿勢関係

25 となる。

また、図 10（c）に示すように、左操作子 2 6 L 及び右操作子 2 6

Rがそれぞれ右回転操作位置、左回転操作位置に操作されている状態では、ECU 19は、左脚体2L及び右脚体2Rをそれぞれ遊脚、支持脚として動作させる際に（図の1歩目、及び3歩目を参照）、該左脚体2Lの足平部9が、右脚体2Rの足平部9に対して、所定量だけ時計回り方向に旋回した位置に左脚体2Lを着床させる（これは図10（a）の場合と同様）と共に、左脚体2L及び右脚体2Rをそれぞれ支持脚、遊脚として動作させる際に（図の2歩目を参照）、該右脚体2Rの足平部9が、左脚体2Lの足平部9に対して、所定量だけ反時計回り方向に旋回した位置に右脚体2Rを着床させる（これは右操作子26Rが左回転操作位置に操作されていることに対応する）ように2歩分の目標歩容（今回歩容及び次回歩容）を1歩毎に生成する。このため、この場合には、1歩目で、遊脚の左脚体2Lの足平部9が右脚体2Rの足平部9に対して内股状になるように時計回り方向に旋回された後は、その1歩目の足平部9、9の旋回方向の位置及び姿勢関係を維持したまま、脚体2L、2Rの足踏み動作が繰り返されることとなる。従って、この場合には、ロボットAは旋回しない。

このようにして、両操作子26L、26Rの回転操作に関しては、左操作子26Lが、右回転、中立、左回転のいずれの操作位置に操作されているかによって、左脚体2Lが遊脚として動作するときの、右脚体2Rの足平部9に対する左脚体2Lの足平部9に対する旋回方向の着床位置及び姿勢が右操作子26Rの回転操作位置によらずに決定される。また、右操作子26Rが、右回転、中立、左回転のいずれの操作位置に操作されているかによって、右脚体2Rが遊脚として動作するときの、左脚体2Lの足平部9に対する右脚体2Rの足平部9に対する旋回方向の着床位置及び姿勢が左操作子26Lの回転操作位置によらずに決定される。

30

尚、図10(a)～(d)のいずれの場合においても、両操作子26L, 26Rが同じ操作位置に継続的に操作されている状態では、4歩目以後は、2歩目、3歩目の動作が交互に繰り返されることとなる。

以上のようにして、操作器23の操作モードが前記操作モード切換スイッチ29により基本操作モードに設定されている場合には、基本的には、両操作子26L, 26Rの前後方向の揺動操作、左右方向の揺動操作、回転操作によって、それぞれロボットAの前後方向の歩行動作、左右方向の歩行動作（横歩き）、旋回歩行動作が行われることとなる。

次に、前記操作モード切換スイッチ29によって操作器23の操作モードが前記簡易操作モードに設定され、それを示すデータが操作器23の入出力処理回路33から通信装置25, 20を介してロボットAのECU19に与えられている場合について説明する。

操作器23の操作モードが簡易操作モードに設定されている状態では、ロボットAのECU19は、操作器23から通信回路25, 20を介して与えられる前記操作信号のデータのうち、各操作子26の回転操作に係わるデータは用いず、各操作子26の回転操作位置については考慮しない。そして、ECU19は、該操作信号のデータのうち、各操作子26の前後及び左右方向の揺動操作に係わるデータのみを用いて、操作器23の各操作子26の前後方向及び左右方向の操作位置のみを、前記基本操作モードの場合と同様にして、それぞれ3種類に分類して判断する。

そして、この簡易操作モードにおける両操作子26L, 26Rの操作に応じたロボットAの歩行動作の制御については、両操作子26L, 26Rが共に中立操作位置に継続的に操作されている場合と、両操作子26L, 26Rが左右方向に継続的に揺動操作されている場合とについては、前記基本操作モードの場合と全く同様である。すなわち、両操作子26L, 26Rが共に中立操作位置に継続的に操作されている場合には、

脚体停止スイッチ 27 が OFF 状態であれば、図 7 に示した足踏み動作が行われ、該脚体停止スイッチ 27 が ON 状態であれば、両足平部 9、9 が前記足平基本間隔で着床状態に維持される前記並列着床状態となる。また、両操作子 26 L、26 R が左方向あるいは右方向に継続的に操作されている場合には、前記図 9 に示した形態で、ロボット A の横歩きが行われることとなる。

一方、簡易操作モードでは、両操作子 26 R、26 L の前後方向の揺動操作に係わるロボット A の歩行動作は、例えば図 11 (a) ~ (d) に示すような形態で行われる。

例えば、図 11 (a) に示すように、左操作子 26 L 及び右操作子 26 R が共に前操作位置に操作されている状態では、ECU 19 は、前記基本操作モードにおける図 8 (a) の場合と全く同じ形態で、2 歩分の目標歩容 (今回歩容及び次回歩容) を 1 歩毎に生成する。これにより、ロボット A の前進歩行が行われる。

また、図 11 (b) に示すように、左操作子 26 L 及び右操作子 26 R がそれぞれ前操作位置、中立操作位置に操作されている状態では、ECU 19 は、左脚体 2 L 及び右脚体 2 R をそれぞれ遊脚、支持脚として動作させる際に (図の 1 歩目、及び 3 歩目を参照)、該左脚体 2 L の足平部 9 が、右脚体 2 R の足平部 9 に対して、前方に所定量だけ踏み出し、且つ、所定量だけ時計回り方向に旋回させた位置に左脚体 2 L を着床させると共に、左脚体 2 L 及び右脚体 2 R をそれぞれ支持脚、遊脚として動作させる際に (図の 2 歩目を参照)、該右脚体 2 R の足平部 9 が、左脚体 2 L の足平部 9 に対して、前方に所定量だけ踏み出し、且つ、所定量だけ時計回り方向に旋回させた位置に右脚体 2 R を着床させるように 2 歩分の目標歩容 (今回歩容及び次回歩容) を 1 歩毎に生成する。これにより、図 11 (b) に示すような形態で、ロボット A が前進しつつ

時計回り方向に旋回する歩行動作が行われることとなる。

このような図 1 1 (b) のような歩行動作は、左操作子 2 6 L 及び右操作子 2 6 R がそれぞれ中操作位置、前操作位置に操作されている場合でも、図 1 1 (d) に示すように同様に行われる。この場合、左操作子 2 6 L が中立操作位置で、且つ右操作子 2 6 R が前操作位置であるので、左脚体 2 L が遊脚となる 1 歩目と 3 歩目では、脚体 2 L の足平部 9 が右脚体 2 R の足平部 9 に対して、前方に所定量踏み出し、且つ、所定量だけ反時計回り方向に旋回させた位置に着床し、右脚体 2 R が遊脚となる 2 歩目では、右脚体 2 R の足平部 9 が左脚体 2 L の足平部 9 に対して、前方に所定量踏み出し、且つ、所定量だけ反時計回り方向に旋回させた位置に着床する。これにより、ロボット A が前進しつつ反時計回り方向に旋回する歩行動作が行われる。

また、図 1 1 (c) に示すように、左操作子 2 6 L 及び右操作子 2 6 R がそれぞれ前操作位置、後操作位置に操作されている状態では、ECU 1 9 は、左脚体 2 L 及び右脚体 2 R をそれぞれ遊脚、支持脚として動作させる際に（図の 1 歩目、及び 3 歩目を参照）、該左脚体 2 L の足平部 9 が、右脚体 2 R の足平部 9 に対して、所定量だけ時計回り方向に旋回させた位置に左脚体 2 L を着床させると共に、左脚体 2 L 及び右脚体 2 R をそれぞれ支持脚、遊脚として動作させる際に（図の 2 歩目を参照）、該右脚体 2 R の足平部 9 が、左脚体 2 L の足平部 9 に対して、所定量だけ時計回り方向に旋回させた位置に右脚体 2 R を着床させるように 2 歩分の目標歩容（今回歩容及び次回歩容）を 1 歩毎に生成する。これにより、図 1 1 (c) に示すような形態で、ロボット A がほぼ同じ場所に存しつつ、旋回する歩行動作が行われることとなる。

このようにして、簡易操作モードでは、操作器 2 3 の両操作子 2 6 L, 2 6 R の前後方向の揺動操作によって、ロボット A の前後方向及び旋回

方向の歩行動作が行われる。そして、操作器 23 の両操作子 26 L, 26 R の左右方向の揺動操作によって、基本操作モードの場合と全く同様にロボット A の左右方向の歩行動作（横歩き動作）が行われる。

尚、簡易操作モードでは、操作器 23 の両操作子 26 L, 26 R の前後方向の揺動操作において、各操作子 26 L, 26 R の操作位置だけでは、それぞれ各脚体 2 L, 2 R が遊脚となるときの支持脚側の脚体に対する着床位置及び姿勢は定まらず、両操作子 26 L, 26 R の前後方向の操作位置の組み合わせによって、各脚体 2 L, 2 R が遊脚となるときの支持脚側の脚体に対する着床位置及び姿勢が決定される。

また、本実施形態では、前記基本操作モード及び簡易操作モードのいずれの操作モードにおいても、前記並列着床状態を除いて、左脚体 2 L が、離床状態から着床したときには、それが該左脚体 2 L の足平部 9 の接地センサ 12 によって検知され、その検知データが ECU 19 及び通信装置 20, 25 を介して操作器 23 の入出力処理回路 33 に与えられる。そして、このとき、該入出力処理回路 33 は、操作器 23 の左報知ランプ 28 L を前記駆動回路 32 を介して一時的に点灯させる。同様に、右脚体 2 R が、離床状態から着床したときには、それが該右脚体 2 R の足平部 9 の接地センサ 12 によって検知され、その検知データが入出力処理回路 33 に与えられる。そして、このとき、該入出力回路 33 は、操作器 23 の右報知ランプ 28 R を一時的に点灯させる。これにより、各脚体 2 L, 2 R の着床が、それぞれに対応する操作器 23 の報知ランプ 28 L, 28 R の点灯によって、オペレータに報知される。

尚、以上の説明では、各操作子 26 を前後方向、左右方向、回転方向のいずれかの 1 方向で操作した場合についてのみ説明したが、本実施形態の装置では、各操作子 26 を、前後、左右、回転方向で複合的な操作をした場合には、各操作子 26 の前後、左右、回転方向のそれぞれの方

向での操作に対する前述した歩容を複合させたような形態でロボットAの脚体2, 2の動作が行われる。

例えば、前記基本操作モードにおいて、左操作子26Lを前操作位置で且つ左操作位置、且つ左回転操作位置となる操作位置に操作すると共に、右操作子26Rを中立操作位置に継続的に操作した状態では、図12に示すような歩容で、両脚体2L, 2Rの動作が行われる。すなわち、左脚体2Lが遊脚となる1歩目と3歩目では、左脚体2Lの足平部9を、右脚体2Rの足平部9に対して、前方向、左方向、及び反時計回りの旋回方向にそれぞれ所定量ずつ移動した位置及び姿勢で着床させ（これは左操作子26Lの操作位置に対応する）、右脚体2Rが遊脚となる2歩目では、右脚体2Rの足平部9を、左脚体2Lの足平部9に対して、前記足平基本間隔で左右方向に並列する位置及び姿勢で着床させる（これは右操作子26Rの操作位置（中立操作位置）に対応する）ように前記目標歩容（今回歩容及び次回歩容）が1歩毎にECU19により生成される。

このように、前記基本操作モードにおいて、各操作子26を、前後、左右、回転方向で複合的な操作をした場合には、左脚体2Lが遊脚となるときに該左脚体2Lの歩容は、左操作子26Lの前後方向の操作位置に対する歩容と、左右方向の操作位置に対する歩容と、回転方向の操作位置に対する歩容とを合成した形態のものとなる。同様に、右脚体2Rが遊脚となるときに該右脚体2Rの歩容は、右操作子26Rの前後方向の操作位置に対する歩容と、左右方向の操作位置に対する歩容と、回転方向の操作位置に対する歩容とを合成した形態のものとなる。

以上説明した操作子26R, 26Lの操作位置に対する歩容形態は、操作子26R, 26Lの操作位置が定常的に同じ位置に維持された場合に対応する基本的な歩容形態である。この場合、前述のように1歩毎に

ECU 19 が生成する目標歩容（今回歩容及び次回歩容）も定常的なものとなる。そこで、次に、前述のようにロボット A の定常的な歩行動作が行なわれている状態で、操作子 26 R, 26 L の操作位置が変更された場合の例を図 13 を参照して以下に説明する。

5 図 13 を参照して、まず、点描を付した足平部 9 は、例えば、操作器 23 の操作モードが前記基本操作モードに設定された状態で、左操作子 26 L 及び右操作子 26 R の両者を共に、前操作位置で且つ左回転操作位置となる操作位置に継続的に操作された場合における両脚体 2 R, 2 L の足平部 9 の動き（1 歩毎の各脚体 2 R, 2 L の足平部 9 の着床位置及び姿勢）を表したものである。ここで、図 13 は前記図 6 に対応させて記載されており、同図中の t_0 , t_1 , ……は、前記図 6 に記載した時刻を示している。また、丸付き数字①～④は、前記図 6 で各脚体 2 R, 2 L が着床状態となる期間を表す各波線部分に付した丸付き数字に対応している。例えば、①に係わる点描示の足平部 9 は、図 6 の時刻 $t_3 \sim t_7$ において着床状態となる左脚体 2 L の足平部 9 の着床位置及び姿勢を表している。図 13 の他の足平部 9 についても同様である。

前記基本操作モードにおいて、左操作子 26 L 及び右操作子 26 R の両者が上述のように前操作位置で且つ左回転操作位置となる操作位置（以下、前・左回操作位置という）に継続的に操作されている場合には、
20 点描示の足平部 9 で示すように、図 13 の一点鎖線矢印 a で示すようにロボット A の旋回移動（反時計回り方向の旋回移動）が行われる。この場合、1 歩毎の今回歩容及び次回歩容は、いずれも、遊脚側の脚体 2 R 又は 2 L の足平部 9 を、支持脚側の脚体 2 L 又は 2 R の足平部 9 に対して、前方に所定量だけ移動させ、且つ、反時計回り方向に所定量だけ旋
25 回する位置に着床させるような歩容に維持される。

また、図 13 で斜線示の足平部 9 と、破線示の足平部 9 とは、それぞ

れ左脚体 2 L の足平部 9 が着床状態となる時刻 $t_0 \sim t_4$ の期間内において、例えば左操作子 2 6 L 及び右操作子 2 6 R の両者を、前記前・左回操作位置から、前操作位置で且つ右回転操作位置となる操作位置（以下、前・右回操作位置という）に変更し、その後、その前・右回操作位置に
5 維持した場合における歩容を点描示のものと同様に表したものである。

上記前・右回操作位置は、点描示の足平部 9 に係わる旋回移動と逆に、時計回り方向にロボット A を旋回移動させる操作位置である。ここで、斜線示の足平部 9 は、例えば時刻 t_1 の直前時点で両操作子 2 6 L, 2 6 R の操作位置を前・左回操作位置から前・右回操作位置に変更した場合のもの、破線示の足平部 9 は、例えば時刻 t_3 において両操作子 2 6
10 L, 2 6 R の操作位置を前・左回操作位置から前・右回操作位置に変更した場合のものである。

時刻 t_1 の直前時点で上述のように両操作子 2 6 L, 2 6 R の操作位置を変更した場合についてまず説明する。この場合には、ECU 1 9 は、
15 前記図 5 のフローチャートの処理によって、その変更時点における今回歩容（左脚体 2 L を遊脚とする歩容）と次回歩容（右脚体 2 L を遊脚とする歩容）とを修正しようとする。この場合、操作位置の変更時点における今回歩容は、ロボット A を反時計回り方向に旋回移動させるために時刻 t_3 で図 1 3 の①の位置及び姿勢に左脚体 2 L の足平部 9 を移動さ
20 せるような歩容（これは、時刻 t_0 の直前の次回歩容に一致する）である。また、該変更時点は、ロボット A を反時計回り方向に旋回移動させるために、ロボット A の重心を左側に移動させつつ、左脚体 2 L を①の点描示の位置及び姿勢に向かって踏み出そうとする直前の状態である。
このため、操作位置の変更時点における今回歩容を、仮に新たな操作位
25 置である前・右回操作位置に対応したものに変更すると、ロボット A の重心の移動が過大となって、該ロボット A の姿勢のバランスを崩す虞れ

がある。従って、この場合には、ECU 19は、今回歩容を実質的に修正せず、現在の歩容（前・左回操作位置に対応する歩容）を維持する。

この結果、時刻 $t_3 \sim t_7$ において、着床状態となる右脚体 2R の着床位置及び姿勢は、操作位置が前・左回操作位置である場合と同じ位置及び姿勢（①の点描示の位置及び姿勢）となる。

尚、上記の例は、時刻 t_1 の直前時点で操作位置が前・左回操作位置から前・右回操作位置に変更された場合についての例であるため ECU 19は今回歩容を修正しないものとなっている。但し、例えば時刻 t_0 の直後に操作位置が前・右回操作位置に変更された場合には、ECU 19はロボットAの姿勢の安定性を確保可能な範囲において、今回歩容を変更後の操作位置に応じて修正する。この場合の今回歩容の修正では、例えば、時刻 t_3 における左脚体 2L の足平部 9 の着床位置及び姿勢が、図 13 の①の点描示の足平部 9 よりもロボットAの進行方向に向かって若干右向き（図の下側の向き）に修正される。

一方、操作位置の変更時点（ $t_0 \sim t_1$ の期間内）における次回歩容は、ロボットAを反時計回り方向に旋回移動させるために、今回歩容による左脚体 2L の足平部 9 の移動後に右脚体 2R の足平部 9 を時刻 t_6 で図 13 の②の点描示の位置及び姿勢に移動させるような歩容である。しかるに、この場合の操作位置の変更時点は、今回歩容に従って図 13 の①の位置に着床させる左脚体 2L の足平部 9 を踏み出す前のタイミングである。このため、操作位置の変更時点における次回歩容を、新たな操作位置である前・右回操作位置に対応したものに變更しても、ロボットAの姿勢の安定性を余裕をもって確保することが可能である。従って、この場合には、ECU 19は、次回歩容を新たな操作位置である前・右回操作位置に対応する歩容に修正する。この前・右回操作位置に対応する次回歩容は、右脚体 2R の足平部 9 を時刻 $t_3 \sim t_7$ で着床状態となる左

脚体 2 L の足平部 9 に対して前方に所定量だけ移動し、且つ時計回り方向に所定量だけ旋回させた位置及び姿勢（図 1 3 の②の斜線示の位置及び姿勢）である。そして、この次回歩容がそのまま時刻 t_3 （左脚体 2 L の着床開始時）に今回歩容となる。この結果、時刻 $t_6 \sim t_{10}$ において
5 着床状態となる右脚体 2 R の足平部 9 は、図 1 3 の②の斜線示の位置及び姿勢に着床することとなる。

また、その後は、操作子 2 6 L, 2 6 R の操作位置が前・右回操作位置に維持されていることから、1 歩毎の今回歩容及び次回歩容は、いずれも、遊脚側の脚体 2 R 又は 2 L の足平部 9 を、支持脚側の脚体 2 L 又は 2 R の足平部 9 に対して、前方に所定量だけ移動させ、且つ、時計回り方向に所定量だけ旋回する位置に着床させるような歩容に維持される（図 1 3 の③及び④の斜線示の足平部 9 を参照）。
10

従って、 $t_0 \sim t_1$ の期間内で前述のように操作子 2 6 L, 2 6 R の操作位置が変更された場合には、図 1 3 の一点鎖線 b で示すようにロボット A が移動していくこととなる。
15

次に、時刻 t_3 で操作子 2 6 L, 2 6 R の操作位置が前・左回操作位置から前・右回操作位置に変更された場合には、ECU 1 9 は、前記図 5 のフローチャートの処理によって、その変更時点（右脚体 2 R の足平部 9 が図 1 3 の①の位置に着床を開始した時）における今回歩容がその直前に生成された次回歩容になる。従って、操作位置の変更時点では、
20 今回歩容は、左脚体 2 L の足平部 9 を図 1 3 の②の点描示の位置及び姿勢に着床させるような歩容となる。そして、ECU 1 9 は、 $t_3 \sim t_4$ の期間内において、今回歩容を、新たな操作位置である前・右回操作位置に応じて修正しようとする。

25 この場合、操作位置の変更時点は、左脚体 2 L が①の位置及び姿勢に着床を開始した時点であり、また、次に遊脚となる右脚体 2 R が離床を

開始する直前の時点である。このため、ロボットAの重心を、多少は、その時計回り方向への旋回移動を行い得るように移動させることが可能な状態である。但し、今回歩容によって右脚体2Rの足平部9を前・右回操作位置に対応した本来の位置及び姿勢（図13の②の斜線示の位置及び姿勢）に着床させようとする、ロボットAの姿勢の安定性を損なう虞れがある。そこで、この場合には、ECU19は、 $t_3 \sim t_4$ の期間内において、右脚体2Rの足平部9の今回歩容における着床位置及び姿勢を、前・右回操作位置に対応した本来の位置及び姿勢よりも、操作位置の変更時点における今回歩容による右脚体2Rの足平部9の着床位置及び姿勢（図13の②の点描示の位置及び姿勢）に近づけるように生成する。例えば、 $t_6 \sim t_{10}$ の期間で着床状態となる右脚体2Rの着床位置及び姿勢を図13の②の破線示の位置及び姿勢にするように今回歩容を修正する。つまり、左脚体2Lの足平部9（①のもの）に対して、前・右回操作位置に対応した本来の所定の旋回量よりも小さい旋回量だけ旋回し、また、所定の移動量だけ前方に移動させた位置に右脚体2Rの足平部9を着床させるように今回歩容を生成する。

尚、この場合、操作位置の変更時点は、時刻 t_3 （両脚支持期の開始時）であるので、ECU19は、次回歩容を新たな操作位置（前・右回操作位置）に対応させて生成する。すなわち、該次回歩容は、 $t_9 \sim t_{13}$ の期間で着床状態となる左脚体2Lの足平部9を、 $t_6 \sim t_{10}$ の期間に着床状態となる右脚体2Rの足平部9に対して所定量だけ前方に移動させ、且つ所定量だけ時計回り方向に旋回させた位置に着床させるように生成される。この場合、操作位置の変更時点での今回歩容は、右脚体2Rを②の点描示の位置及び姿勢に着床させるような歩容であるので、該変更時点での次回歩容は、図13の③の点描示の位置及び姿勢に左脚体2Lを着床させるような歩容となる。そして、今回歩容が、上述のように右

脚体 2 R を②の破線示の位置及び姿勢に着床させるような歩容に修正されると、次回歩容は、左脚体 2 L を、図 1 3 の③の破線示の位置及び姿勢に着床させるような歩容に修正される。

また、その後は、操作子 2 6 L, 2 6 R の操作位置が前・右回操作位置に維持されていることから、1 歩毎の今回歩容及び次回歩容は、いずれも、遊脚側の脚体 2 R 又は 2 L の足平部 9 を、支持脚側の脚体 2 L 又は 2 R の足平部 9 に対して、前方に所定量だけ移動させ、且つ、時計回り方向に所定量だけ旋回する位置に着床させるような歩容に維持される（図 1 3 の④の破線示の足平部 9 を参照）。

従って、例えば時刻 t_3 で前述のように操作子 2 6 L, 2 6 R の操作位置が変更された場合には、図 1 3 の一点鎖線 c で示すようにロボット A が移動していくこととなる。

尚、前述のように図 1 3 を参照して説明したような歩容の変更は、操作器 2 3 の操作モードが簡易操作モードに設定されている場合にも同様に行われる。

以上のようにして、本実施形態の装置では、操作器 2 3 の簡単な操作によって、ロボット A の前後方向、左右方向及び旋回方向の歩行動作を行うことができる。

この場合、前記基本操作モードでは、操作器 2 3 の両操作子 2 6 L, 2 6 R の操作位置によって、2 歩分の歩行動作の形態を ECU 1 9 に指定できるため、該 ECU 1 9 は、両操作子 2 6 L, 2 6 R の操作位置に整合した 2 歩分の目標歩容を生成することができる。つまり、左操作子 2 6 L が、いずれの操作位置に操作されているかによって、左脚体 2 L が遊脚として動作するときの、右脚体 2 R の足平部 9 に対する左脚体 2 L の足平部 9 に対する着床位置及び姿勢が右操作子 2 6 R の操作位置によらずに決定される。また、右操作子 2 6 R が、いずれの操作位置に操

作されているかによって、右脚体 2 R が遊脚として動作するときの、左
脚体 2 L の足平部 9 に対する右脚体 2 R の足平部 9 に対する着床位置及
び姿勢が左操作子 2 6 L の操作位置によらずに決定される。従って、各
操作子 2 6 R, 2 6 L の操作位置が独立的に 1 歩毎の歩容を指示するも
のとなる。このため、2 歩分の目標歩容である今回歩容と次回歩容とを
各操作子 2 6 R, 2 6 L の操作位置に整合させて生成することができる
こととなる。この結果、操作器 2 3 の両操作子 2 6 L, 2 6 R の操作位
置と、ロボット A の実際の歩行動作との整合性が高まり、ロボット A の
操作性を高めることができる。

さらに、2 歩分の目標歩容（今回歩容及び次回歩容）を生成すること
で、ロボット A の重心がロボット A の安定な姿勢を確保することができ
る位置に存するように、該目標歩容を生成することができ、ロボット A
の安定した姿勢での歩行動作を行うことが可能となる。さらに、2 歩分
の目標歩容を生成することで、オペレータは、基本的には 2 歩の移動毎
にロボット A の歩行形態、ひいては各操作子 2 6 の操作位置を決定して
該操作子 2 6 の操作を行えばよいので、余裕をもってロボット A の歩行
動作の操作を行うことができ、ロボット A の歩行動作の操作を容易に行
うことができる。

さらに、各脚体 2 L, 2 R の着床が、対応する報知ランプ 2 8 L, 2
8 R によって報知されるため、オペレータは、ロボット A の実際の動作
状態に適したタイミングで操作子 2 6 L, 2 6 R の操作を行うことがで
き、操作器 2 3 の良好な操作性を確保することができる。

また、操作子 2 6 L, 2 6 R を中立操作位置に操作した状態では、前
記脚体停止スイッチ 2 7 を ON 操作することで、脚体 2, 2 を並列着
床状態として、それらの動作を停止することができるため、ロボット A
に搭載した蓄電装置 1 7 の無駄な消耗を防止することができる。そして、

前記並列着床状態において、脚体停止スイッチ 27 を OFF 操作することで、必要に応じて脚体 2, 2 の足踏み動作を行うようにすることもできる。

また、操作器 23 の操作モード切換スイッチ 29 により、操作子 26, 26 の操作に応じたロボット A の歩行動作の形態の種別を切換えることができるため、オペレータは、自身の好みに合った形態で、ロボット A の操縦を行うことができる。

次に、本発明の二足歩行ロボットの遠隔操作装置の第 2 実施形態を説明する。尚、本実施形態は、前記第 1 実施形態のものと、構成は同一で、ロボット A の ECU 19 による一部の制御処理のみが第 1 実施形態のものと相違するので、装置構成については、前記図 1 ～図 4 に示したものと同一の参照符号を用いて説明を省略する。

本実施形態では、ロボット A の ECU 19 は、前記操作器 23 の操作モードが前記基本操作モードに設定されている場合において、前述の第 1 実施形態と同様に操作器 23 から与えられる前記操作信号のデータから、操作器 23 の各操作子 26 の前後方向の操作位置と、左右方向の操作位置と、上下方向の軸心回りの操作位置とを、それぞれ 3 種類に分類して判断するだけでなく、さらに、前記前操作位置、後操作位置、右操作位置、及び左操作位置では、それぞれ、各操作子 26 の中立操作位置からの前方向への揺動量、後方向への揺動量、右方向への揺動量、左方向への揺動量を監視する。また、ECU 19 は、各操作子 26 の前記右回転操作位置及び左回転操作位置では、それぞれ、各操作子 26 の中立操作位置からの時計回り方向の回転量、反時計回り方向の回転量を監視する（以下、これらの揺動量、回転量を総称的に操作量という）。

そして、本実施形態では、両操作子 26, 26 の前後方向の操作によるロボット A の前後方向の歩行動作、両操作子 26, 26 の左右歩行の

43

操作によるロボットAの左右方向の歩行動作、及び両操作子26, 26の回転操作によるロボットAの旋回歩行動作を行うことは、前記第1実施形態と同様である。また、今回歩容及び次回歩容の生成及び修正に関する基本的処理（図5のフローチャートの処理）も前記第1実施形態と同様である。但し、この場合、各歩行動作において、1歩毎のロボットAの移動量（今回歩容及び次回歩容のそれぞれにおける遊脚側の脚体2R又は2Lの足平部9の移動量）が両操作子26の操作量に応じて調整される。尚、両操作子26, 26が共に中立操作位置に操作されている場合における脚体2, 2の動作は、前述の第1実施形態と同一である。

すなわち、前記脚体停止スイッチ27がOFF操作されているときには、前記図7に示したように足踏み動作が行われ、該スイッチ27がON操作されているときには両脚体2, 2の足踏み動作は停止して前記並列着床状態となる。

本実施形態におけるロボットAの歩行動作の具体的な例を、両操作子26, 26の前後方向の揺動操作によるロボットAの歩行動作について図14(a)～(d)を参照して説明する。尚、これらの図14(a)～(d)は、前記第1実施形態で説明した図8～図10の場合と同様、両脚体2, 2が左右方向に並列して同じ場所で足踏みをしているか、もしくは、前記並列着床状態となっている状態で両操作子26R, 26Lが各図に併記した操作位置に操作され、その操作位置に維持された場合における脚体2, 2の1歩目から3歩目までの足平部9の動きを模式的に各図の左側から順番に時系列的に表現したものである。

図14(a)は、左操作子26L及び右操作子26Rが共に前操作位置に操作されて、その操作位置に維持された場合のロボットAの歩行動作の歩容を示すものであり、図中、破線示の両足平部9, 9は、両操作子26L, 26Rが共に、前方に最大限の操作量で揺動操作されている

場合に対応するもの、実線示の両足平部 9, 9 は、両操作子 2 6 L, 2 6 R が共に、前方に最大限の操作量の半分程度の操作量で揺動操作されている場合に対応するものである。

同図示のように、左操作子 2 6 L 及び右操作子 2 6 R が共に前操作位置に操作されている場合には、ECU 1 9 は、基本的には、前記第 1 実施形態の図 8 (a) の場合と同様、左脚体 2 L 及び右脚体 2 R をそれぞれ遊脚、支持脚として動作させる際に (図の 1 歩目、及び 3 歩目を参照)、該左脚体 2 L の足平部 9 が、右脚体 2 R の足平部 9 に対して、前方に踏み出した位置に左脚体 2 L を着床させると共に、左脚体 2 L 及び右脚体 2 R をそれぞれ支持脚、遊脚として動作させる際に (図の 2 歩目を参照)、該右脚体 2 R の足平部 9 が、左脚体 2 L の足平部 9 に対して、前方に踏み出した位置に右脚体 2 R を着床させるように 2 歩分の目標歩容 (今回歩容及び次回歩容) を 1 歩毎に生成する。

但し、この場合、本実施形態では、左脚体 2 L を遊脚として動作させる際には、ECU 1 9 は、右脚体 2 R の足平部 9 に対する左脚体 2 L の足平部 9 の前方側への移動量を、左操作子 2 6 L の前方側への操作量に応じて設定し、該操作量が大きい程、左脚体 2 L の足平部 9 の前方側への移動量を大きくするように目標歩容を生成する。同様に、右脚体 2 R を遊脚として動作させる際には、ECU 1 9 は、左脚体 2 L の足平部 9 に対する右脚体 2 R の足平部 9 の前方側への移動量を、右操作子 2 6 R の前方側への操作量に応じて設定し、該操作量が大きい程、右脚体 2 R の足平部 9 の前方側への移動量を大きくするように目標歩容を生成する。この結果、両操作子 2 6 L, 2 6 R が共に、前方に最大限の操作量で揺動操作されている場合には、図 1 4 (a) の破線で表すように、ロボット A の最も大きな歩幅で前進歩行し、両操作子 2 6 L, 2 6 R が共に、前方に最大限の操作量よりも小さい操作量で揺動操作されている場合に

は、図14(a)の実線で表すように、上記破線の場合よりも小さな歩幅で前進歩行することとなる。

また、図14(b)は、左操作子26L及び右操作子26Rがそれぞれ前操作位置、中立操作位置に操作された場合のロボットAの歩行動作の歩容を示すものであり、図中、破線示の両足平部9, 9は、左操作子26Lが前方に最大限の操作量で揺動操作されている場合に対応するもの、実線示の両足平部9, 9は、左操作子26Lが前方に最大限の操作量の半分程度の操作量で揺動操作されている場合に対応するものである。

同図示のように、左操作子26L及び右操作子26Rがそれぞれ前操作位置、中立操作位置に操作されている場合には、ECU19は、基本的には、前記第1実施形態の図8(b)の場合と同様に、左脚体2L及び右脚体2Rをそれぞれ遊脚、支持脚として動作させる際に(図の1歩目、及び3歩目を参照)、該左脚体2Lの足平部9が、右脚体2Rの足平部9に対して、前方に踏み出した位置に左脚体2Lを着床させる(これは図14(a)の場合と同じ)と共に、左脚体2L及び右脚体2Rをそれぞれ支持脚、遊脚として動作させる際に(図の2歩目を参照)、該右脚体2Rの足平部9が、左脚体2Lの足平部9に対して、左右方向に前記足平基本間隔で並列する位置に右脚体2Rを着床させるように2歩分の目標歩容(今回歩容及び次回歩容)を1歩毎に生成する。

但し、この場合、本実施形態では、左脚体2Lを遊脚として動作させる際には、ECU19は、右脚体2Rの足平部9に対する左脚体2Lの足平部9の前方側への移動量を、左操作子26Lの前方側への操作量に応じて設定し、該操作量が大きい程、左脚体2Lの足平部9の前方側への移動量を大きくするように目標歩容を生成する。この結果、右操作子26Rが中立操作位置に操作され、且つ左操作子26Lが前方に最大限の操作量で揺動操作されている場合には、図14(b)の破線で表すよ

うに、左脚体 2 L が遊脚となるときに、大きな歩幅で前進歩行し、左操作子 2 6 L が、前方に最大限の操作量よりも小さい操作量で揺動操作されている場合には、図 1 4 (b) の実線で表すように、左脚体 2 L が遊脚となるときに、上記破線の場合よりも小さな歩幅で前進歩行することとなる。

このような図 1 4 (b) のような歩行動作は、左操作子 2 6 L 及び右操作子 2 6 R がそれぞれ中操作位置、前操作位置に操作されている場合でも、図 1 4 (d) に示すように同様に行われる。図 1 4 (d) は、左操作子 2 6 L 及び右操作子 2 6 R がそれぞれ中立操作位置、前操作位置に操作された場合のロボット A の歩行動作の歩容を示すものであり、図中、破線示の両足平部 9, 9 は、右操作子 2 6 R が前方に最大限の操作量で揺動操作されている場合に対応するもの、実線示の両足平部 9, 9 は、右操作子 2 6 R が前方に最大限の操作量の半分程度の操作量で揺動操作されている場合に対応するものである。

但し、この場合、左操作子 2 6 L が中立操作位置に操作されているので、左脚体 2 L が遊脚となるとき（図の 1 歩目、及び 3 歩目）に、該左脚体 2 L の足平部 9 が、右脚体 2 R の足平部 9 に対して、左右方向に前記足平基本間隔で並列するように移動される。そして、右脚体 2 R が遊脚となるとき（図の 2 歩目）に、右脚体 2 R の足平部 9 が左脚体 2 L の足平部 9 に対して、右操作子 2 6 R の前方への操作量に応じた移動量で、前方側に移動される。尚、図 1 4 (d) では、1 歩目の遊脚が左脚体 2 L であるため、1 歩目では、ロボット A は前方に移動しない。

また、図 1 4 (c) は、左操作子 2 6 L 及び右操作子 2 6 R がそれぞれ前操作位置、後操作位置に操作された場合のロボット A の歩行動作の歩容を示すものであり、図中、破線示の両足平部 9, 9 は、左操作子 2 6 L 及び右操作子 2 6 R がそれぞれ前方及び後方に最大限の操作量で揺

動操作されている場合に対応するもの、実線示の両足平部 9, 9 は、左操作子 2 6 L が前方に最大限の操作量の半分程度の操作量で揺動操作されていると共に右操作子 2 6 R が後方に最大限の操作量の半分程度の操作量で揺動操作されている場合に対応するものである。

- 5 同図示のように、左操作子 2 6 L 及び右操作子 2 6 R がそれぞれ前操作位置、後操作位置に操作されている場合には、ECU 1 9 は、基本的には、前記第 1 実施形態の図 8 (c) の場合と同様に、左脚体 2 L 及び右脚体 2 R をそれぞれ遊脚、支持脚として動作させる際に (図の 1 歩目、及び 3 歩目を参照)、該左脚体 2 L の足平部 9 が、右脚体 2 R の足平部 9 に対して、前方に踏み出した位置に左脚体 2 L を着床させる (これは
10 図 1 4 (a) の場合と同じ) と共に、左脚体 2 L 及び右脚体 2 R をそれぞれ支持脚、遊脚として動作させる際に (図の 2 歩目を参照)、該右脚体 2 R の足平部 9 が、左脚体 2 L の足平部 9 に対して、後方に後ずさった位置に右脚体 2 R を着床させるように 2 歩分の目標歩容 (今回歩容及び次回歩容) を 1 歩毎に生成する。
15

- 但し、この場合、左脚体 2 L を遊脚として動作させる際には、ECU 1 9 は、右脚体 2 R の足平部 9 に対する左脚体 2 L の足平部 9 の前方側への移動量を、左操作子 2 6 L の前方側への操作量に応じて設定し、該操作量が大きい程、左脚体 2 L の足平部 9 の前方側への移動量を大きく
20 するように目標歩容を生成する。同様に、右脚体 2 R を遊脚として動作させる際には、ECU 1 9 は、左脚体 2 L の足平部 9 に対する右脚体 2 R の足平部 9 の後方側への移動量を、右操作子 2 6 R の後方側への操作量に応じて設定し、該操作量が大きい程、右脚体 2 R の足平部 9 の後方側への移動量を大きくするように目標歩容を生成する。この結果、左操
25 作子 2 6 L 及び右操作子 2 6 R がそれぞれ前操作位置、後操作位置に最大限の揺動量で操作されている場合には、図 1 4 (c) の破線で表され

るように、1歩目で、遊脚の左脚体2Lの足平部9が前方に比較的大きく踏み出された後は、その1歩目の足平部9、9の前後方向の位置及び姿勢関係を維持したまま、脚体2L、2Rの足踏み動作が繰り返されることとなる。また、左操作子26L及び右操作子26Rがそれぞれ前操作位置、後操作位置に最大限の揺動量よりも小さく且つ同程度の揺動量で操作されている場合には、図14(c)の実線で表されるように、1歩目で、遊脚の左脚体2Lの足平部9が、上記破線の場合よりも小さな歩幅で前方に踏み出された後は、その1歩目の足平部9、9の前後方向の位置及び姿勢関係を維持したまま、脚体2L、2Rの足踏み動作が繰り返されることとなる。

このようにして、両操作子26L、26Rの前後方向の揺動操作に関しては、左操作子26Lが、前、中立、後のいずれの操作位置に操作されているかによって、左脚体2Lが遊脚として動作するときの、右脚体2Rの足平部9に対する左脚体2Lの足平部9に対する前後方向の着床姿勢が決定されると共に、該左操作子26Lの操作量に応じて、右脚体2Rの足平部9に対する左脚体2Lの足平部9に対する前後方向の着床位置（左脚体2Lの足平部9の前後方向の移動量）が決定される。また、右操作子26Rが、前、中立、後のいずれの操作位置に操作されているかによって、右脚体2Rが遊脚として動作するときの、左脚体2Lの足平部9に対する右脚体2Rの足平部9に対する前後方向の着床姿勢が決定されると共に、該右操作子26Rの操作量に応じて、左脚体2Lの足平部9に対する右脚体2Rの足平部9に対する前後方向の着床位置（右脚体2Rの足平部9の前後方向の移動量）が決定される。

上述のような両脚体2、2の動作制御は、図示は省略するが、操作器23の両操作子26L、26Rの左右方向の揺動操作、並びに回転操作に関しても同様に行われる。すなわち、両操作子26L、26Rの左右

歩行の揺動操作に関しては、両脚体 2 L, 2 R の基本的な歩容形態は、前記図 9 の場合と同様であるが、このとき、左脚体 2 L が遊脚となる際における該左脚体 2 L の足平部 9 の、右脚体 2 R の足平部 9 に対する左右方向の移動量が左操作子 2 6 L の操作量に応じて調整される（該操作
5 量が大きい程、左脚体 2 L の足平部 9 の移動量が大きくなる）。また、右脚体 2 R が遊脚となる際における該右脚体 2 R の足平部 9 の、左脚体 2 L の足平部 9 に対する左右方向の移動量が右操作子 2 6 R の操作量に応じて調整される（該操作量が大きい程、右脚体 2 R の足平部 9 の移動量が大きくなる）。

10 また、両操作子 2 6 L, 2 6 R の回転操作に関しては、両脚体 2 L, 2 R の基本的な歩容形態は、前記図 10 の場合と同様であるが、このとき、左脚体 2 L が遊脚となる際における該左脚体 2 L の足平部 9 の、右脚体 2 R の足平部 9 に対する旋回方向の移動量が左操作子 2 6 L の操作量に応じて調整される（該操作量が大きい程、左脚体 2 L の足平部 9 の
15 移動量が大きくなる）。また、右脚体 2 R が遊脚となる際における該右脚体 2 R の足平部 9 の、左脚体 2 L の足平部 9 に対する旋回方向の移動量が右操作子 2 6 R の操作量に応じて調整される（該操作量が大きい程、右脚体 2 R の足平部 9 の移動量が大きくなる）。

また、1 歩毎に生成される今回歩容及び次回歩容は、前記第 1 実施形
20 態の場合と同様に、適宜修正される。つまり、両操作子 2 6 L, 2 6 R の操作位置が変更された場合には、その時点で生成されている今回歩容及び次回歩容を考慮しながら、ロボット A の姿勢の安定性を確保できるように両操作子 2 6 L, 2 6 R の操作位置に応じて適宜、今回歩容及び
25 次回歩容が修正される。例えば、前記図 1 3 を参照して説明したように、基本操作モードで両操作子 2 6 L, 2 6 R が変更された場合には、同図示のような形態で歩容の変更が行われる。但し、この場合の 1 歩毎の足

平部 9 の移動量（旋回量を含む）は、前述のように操作子 26 L, 26 R の操作量に応じたものとなる。

以上のような本実施形態の装置によれば、前記第 1 実施形態と同様の効果を奏する他、さらに、各操作子 26 の操作量を調整することにより、
5 各脚体 2 の足平部 9 の移動量（1 歩毎の移動量）を調整することができ、操作器 23 の操作によるロボット A の操作性能を高めることができる。

尚、以上説明した第 1 及び第 2 実施形態では、ロボット A の前後方向の歩行動作、左右方向の歩行動作、及び旋回方向の歩行動作を共通の操作子 26, 26 の操作により行うことができるようにしたが、それぞれ
10 の方向の歩行動作毎に、各別の操作子を備えるようにしてもよい。そして、この場合、各方向の歩行動作毎の操作子は、ジョイスティック状のものに限らず、ダイヤル式等、他の形態のものであってもよい。

また、前記第 1 及び第 2 実施形態では、両操作子 26, 26 が共に中立操作位置に操作されている場合において、両脚体 2, 2 の足平部 9,
15 9 を左右方向に一定間隔（前記足平基本間隔）で並列させるようにしたが、この場合の両足平部 9, 9 の間隔等、両足平部 9, 9 の位置関係あるいは姿勢関係を操作器 23 に備えたスイッチ等の操作に応じて変更できるようにしてもよい。

また、前記第 1 及び第 2 実施形態では、ロボット A の歩行動作の 1 歩
20 毎に 2 歩分の目標歩容を生成するようにしたが、さらには、3 歩以上先までの目標歩容を生成するようにしてもよい。

また、前記第 2 実施形態では、前記基本操作モードにおいてのみ、各操作子 26 の操作量に応じてロボット A の 1 歩毎の移動量（歩幅）を調整するようにしたが、前記簡易操作モードにおいても、操作子 26 の操
25 作量に応じて、ロボット A の移動量を調整するようにしてもよい。

また、前記第 2 実施形態では、各操作子 26 の操作量に応じてロボッ

トAの1歩毎の移動量を調整するようにしたが、該操作量に応じて、ロボットAの移動速度を調整するようにすることも可能である。この場合には、前記操作器23の操作子26の操作量に応じて各脚体2の離床・着床のタイミングを規定するクロックの周期を調整するようにすればよい。具体的には、例えば、ロボットAの前後方向の歩行動作に関して、各操作子26の操作位置（前、後、中立のいずれの操作位置であるか）に応じたロボットAの歩行動作の基本的形態は、前記第1実施形態における基本操作モードの場合と同一とし、このとき、各操作子26の前後方向の操作量に応じて、該操作子26に対応する脚体2が遊脚となる期間を調整するようにすればよい。そして、このような調整を、ロボットAの左右方向の歩行動作、旋回方向の歩行動作に関しても同様に行うようにすればよい。

また、前記第2実施形態では、各操作子26の操作量に応じてロボットAの1歩毎の移動量を調整するようにしたが、各操作子26の操作量の変化速度（時間的変化率）に応じて、ロボットAの移動量や、移動速度を調整するようにしてもよい。この場合には、例えば操作器23側、あるいは、ロボットA側に各操作子26に対応する前記各操作検出器31R、31Lの操作信号を微分する微分手段を備えておき、その微分手段の出力により各操作子26の操作量の変化速度を検出する。そして、その変化速度に応じてロボットAの移動量（歩幅）や移動速度を調整する（例えば該変化速度が速いほど、移動量や移動速度を大きくする等）。

また、前記第1及び第2実施形態では、報知ランプ28により各脚体2の着床を視覚的に報知するようにしたが、音による報知を行ったり、あるいは、操作器23を振動させる等による報知を行うようにしてもよい。さらに、報知ランプ28等による報知は、両脚体2L、2Rのうちのいずれか一方が着床したときにのみ行うようにしてもよい。

また、前記第1及び第2実施形態では、ロボットAと遠隔操作装置22との間の通信は無線で行うようにしたが、有線で行うようにしてもよい。さらには、本発明における制御手段としての機能をロボットAに搭載したECU19にもたせたが、該制御手段としての機能は、ロボットAの外部に設けた演算処理装置等にもたせるようにしてもよい。

また、前記第1及び第2実施形態では、操作器23の両操作子26, 26が中立操作位置にあるときに、操作器23の脚体停止スイッチ27をON操作することで、脚体2, 2の足踏み動作が停止されて、前記並列着床状態になるようにしたが、例えば蓄電装置17の残容量を検出するようにしておき、その残容量が少なくなったときに、自動的に脚体2, 2の足踏み動作が停止するようにしてもよい。あるいは、操作器23の両操作子26, 26が中立操作位置に操作されてから、その状態に維持されている時間を計時し、その時間がある程度長くなったら、自動的に脚体2, 2の足踏み動作が停止するようにしてもよい。

産業上の利用可能性

以上のように本発明は、人と同様に二本の脚体で移動する二足歩行ロボットを容易に操縦することができる遠隔操作装置として有用である。

請 求 の 範 囲

1. 二本の脚体を交互に離床・着床させる歩行動作により移動する二足歩行ロボットの遠隔操作装置において、複数種類の操作位置に操作可能な操作子を有し、該操作子の操作位置を表す信号を出力する操作器と、
5 該操作器の出力信号データが与えられ、その与えられた出力信号データが表す前記操作子の操作位置に応じて前記ロボットの歩行動作の少なくとも2歩以上の歩数分の両脚体の動作を規定する動作指令を生成して、該動作指令に基づき両脚体の動作を制御する制御手段とを備えたことを特徴とする二足歩行ロボットの遠隔操作装置。
- 10 2. 前記2歩以上の歩数分の両脚体の動作を規定する動作指令は、両脚体が着床状態となっている両脚支持期から、次の両脚支持期までの両脚体の動作を規定する今回歩容と、次の両脚支持期から次々回の両脚支持期までの両脚体の動作を規定する次回歩容とからなる2歩分の目標歩容であり、前記制御手段は、両脚支持期となる毎に、その直前の次回歩容を今回歩容として得ると共に、新たな次回歩容を前記操作子の操作位置に応じて生成し、さらに、少なくとも当該新たな次回歩容を操作子の操作位置に応じて逐次調整することを特徴とする請求の範囲第1項記載の二足歩行ロボットの遠隔操作装置。
- 15 3. 前記操作器は、前記ロボットの各脚体に対応させた操作子を各脚体毎に備えており、前記制御手段は、前記両脚体のうち、前記歩行動作における遊脚側の脚体に対応する操作子に係わる前記出力信号データが表す該操作子の操作位置に応じて、支持脚側の脚体に対する該遊脚側の脚体の相対的な着床位置及び／又は姿勢を規定するように前記動作指令を生成することを特徴とする請求の範囲第1項記載の二足歩行ロボットの
20 遠隔操作装置。
4. 前記操作子の複数種類の操作位置には、前記二足歩行ロボットの移

動を停止するための移動停止操作位置が含まれており、該移動停止操作位置に前記操作子が操作された状態では、前記制御手段は、前記両脚体の足踏み動作を行わせる動作指令と、前記両脚体を着床状態に維持する動作指令とを所定の条件に応じて選択的に生成することを特徴とする請求の範囲第1項記載の二足歩行ロボットの遠隔操作装置。

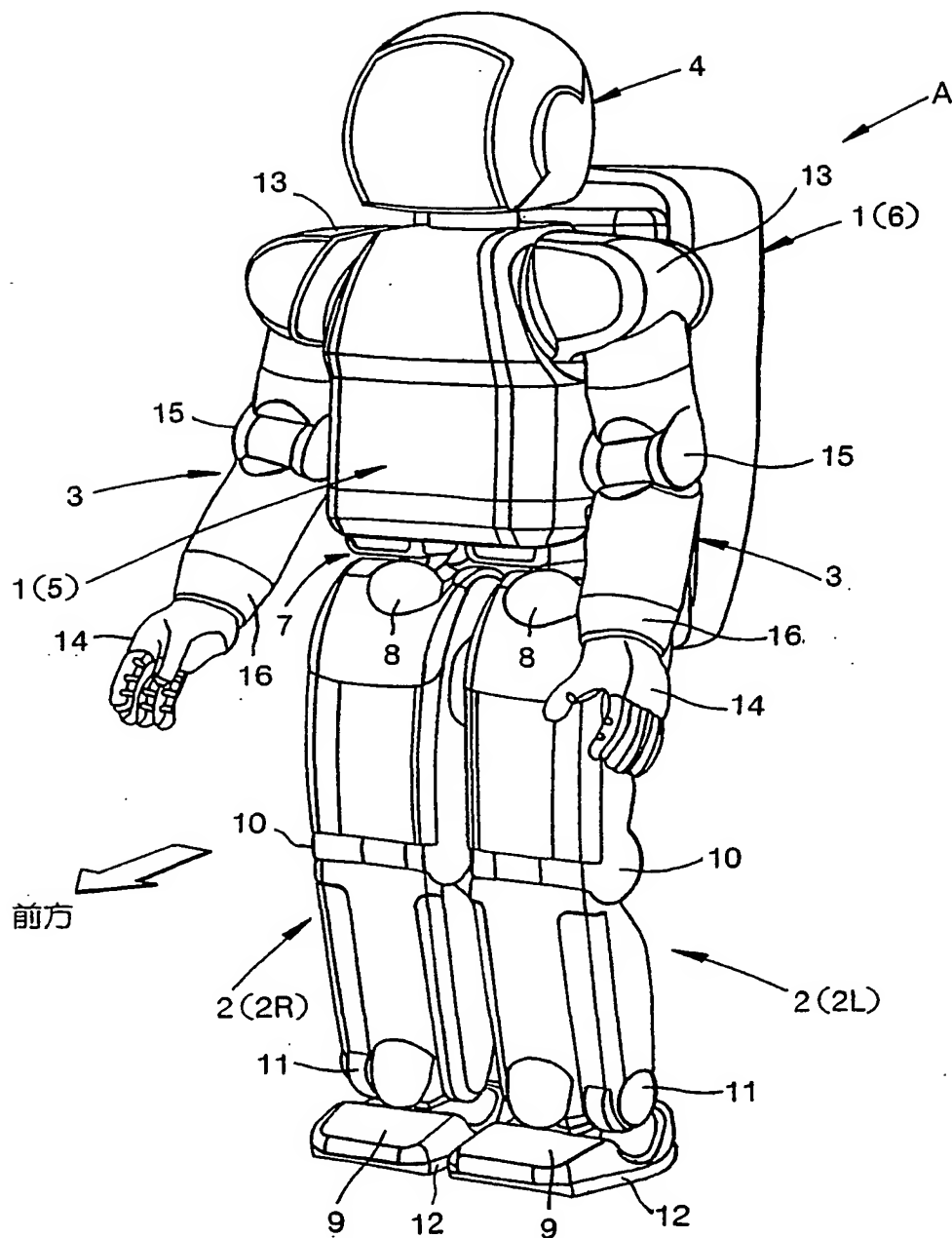
5 5. 前記操作子の複数種類の操作位置には、所定の中立操作位置が含まれ、前記制御手段は、該中立操作位置から他の操作位置への前記操作子の移動量及び／又は該移動量の時間的変化率を前記操作器の出力信号データに基づき認識する手段を具備し、その認識した移動量及び／又は該移動量の時間的変化率に応じて前記二足歩行ロボットの移動量又は移動速度を調整するように前記動作指令を生成することを特徴とする請求の範囲第1項記載の二足歩行ロボットの遠隔操作装置。

10 6. 前記両脚体のうちの少なくとも一方の脚体が離床状態から着床したとき、その着床を検知して、その検知信号を前記操作器に出力する着床検知手段を具備し、前記操作器には、該検知信号に応じて前記着床を報知する報知手段が設けられていることを特徴とする請求の範囲第1項記載の二足歩行ロボットの遠隔操作装置。

20 7. 前記制御手段は、前記操作子の複数種類の操作位置のうちの少なくとも一部の操作位置に対して、互いに異なる複数種類の前記動作指令を生成可能に設けられ、前記操作器には、前記制御手段に生成させるべき動作指令の種類を該制御手段に対して切換え可能に指定する操作モード指定手段が設けられていることを特徴とする請求の範囲第1項記載の二足歩行ロボットの遠隔操作装置。

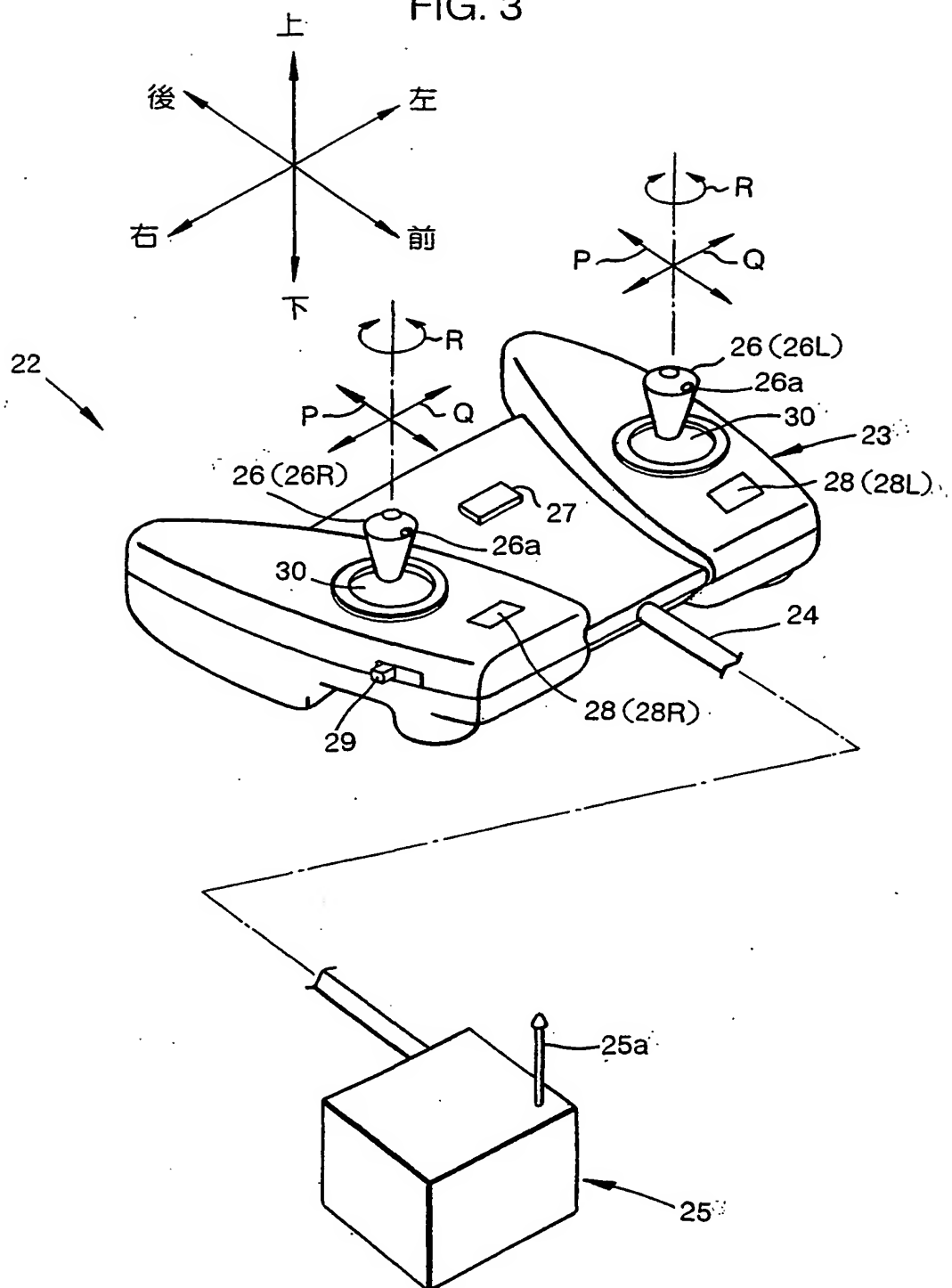
1/14

FIG. 1



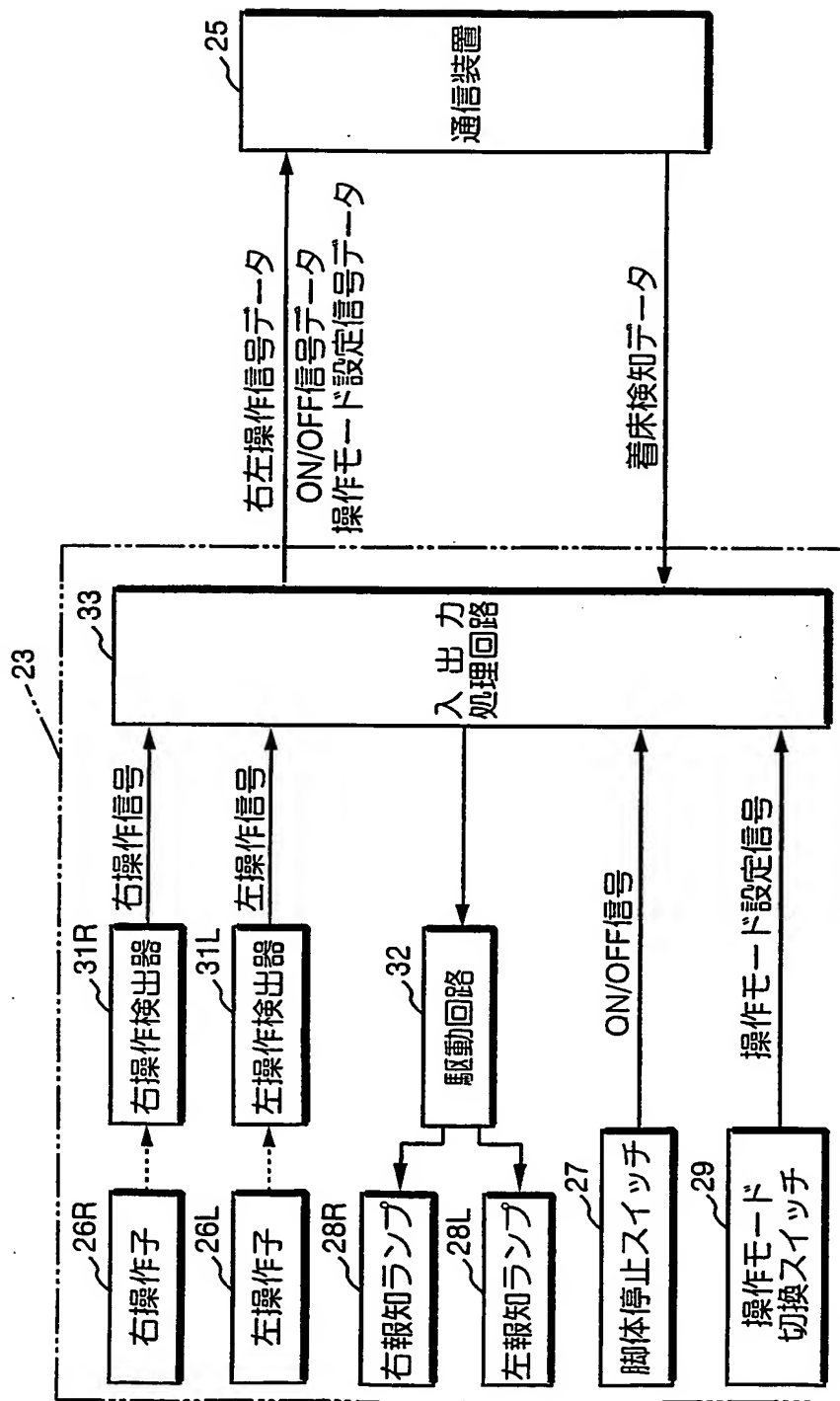
3/14

FIG. 3



4/14

FIG. 4



5/14

FIG. 5

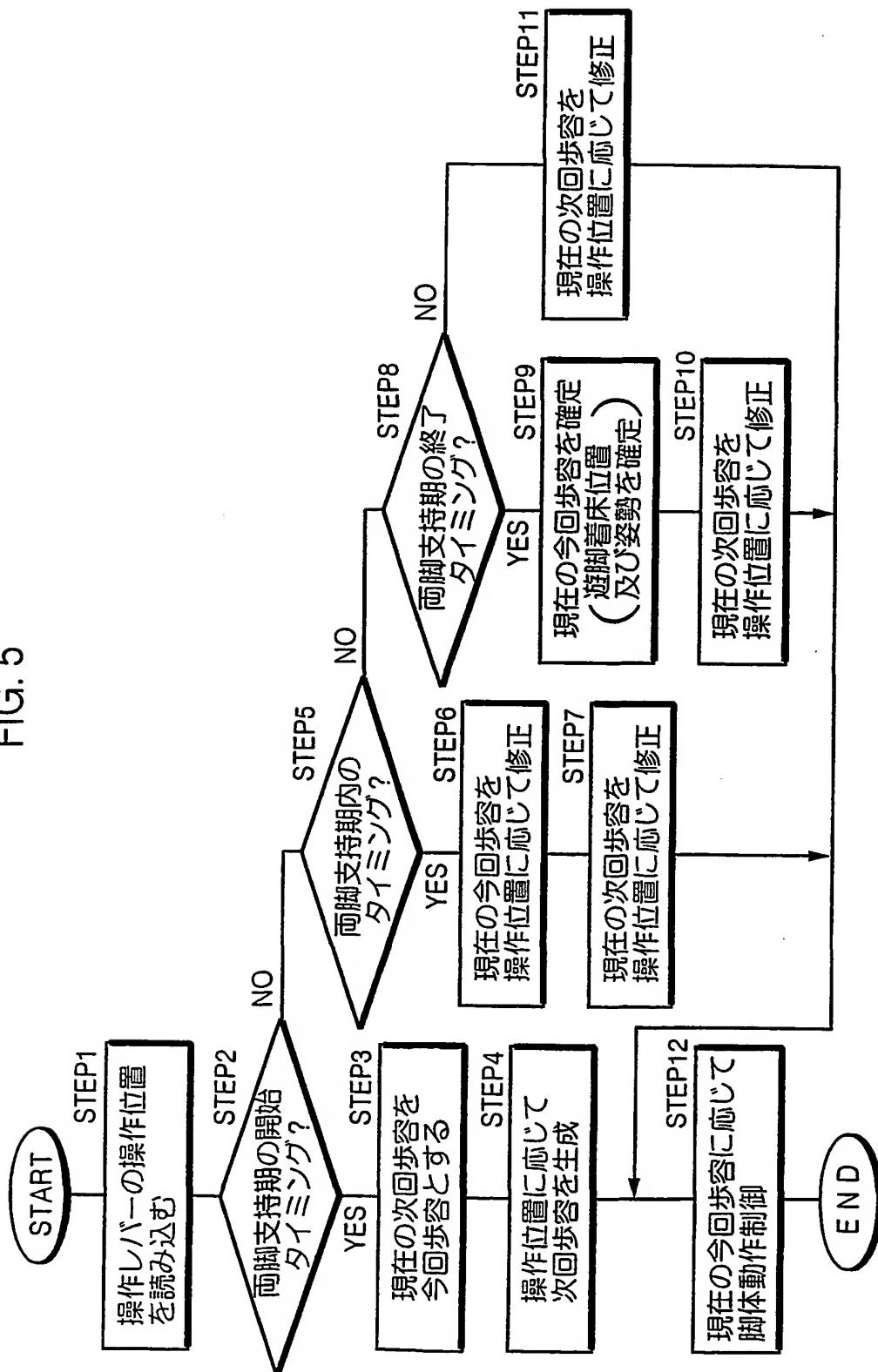
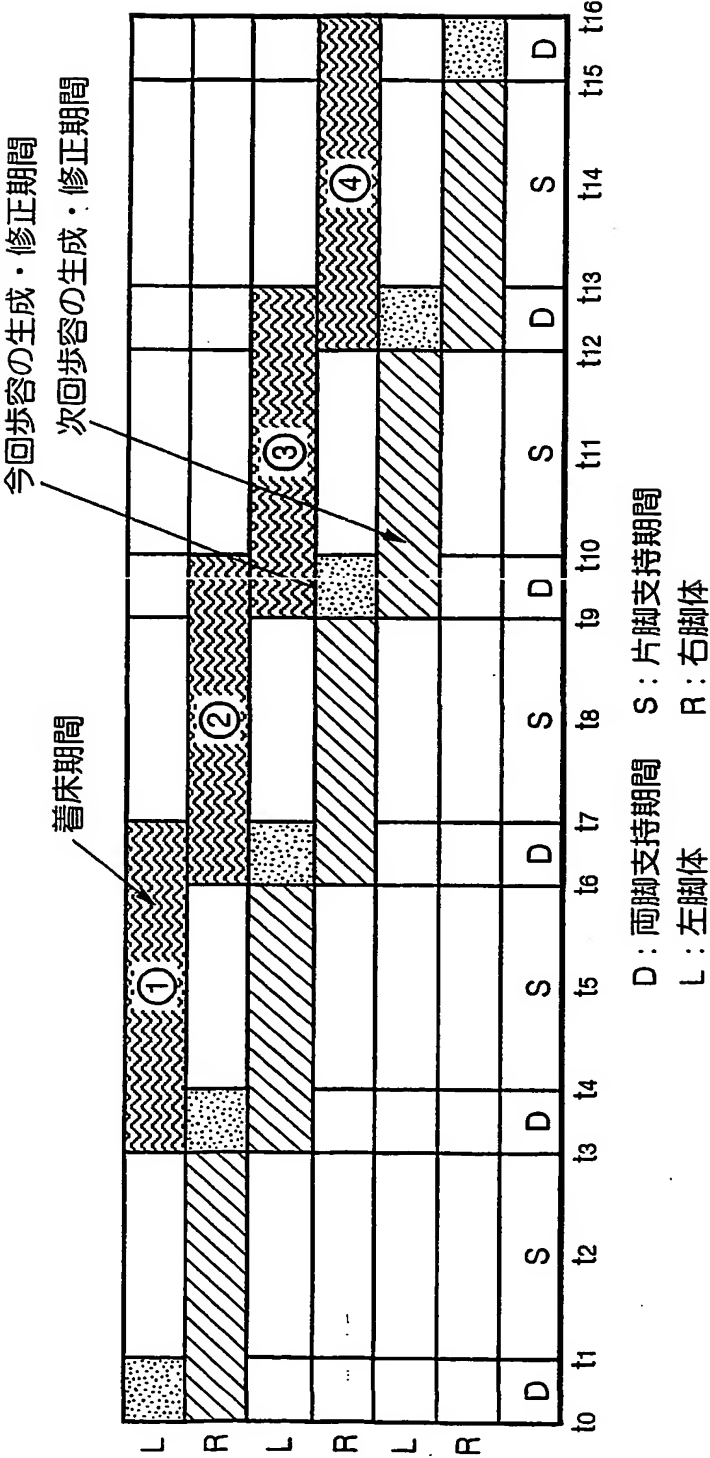


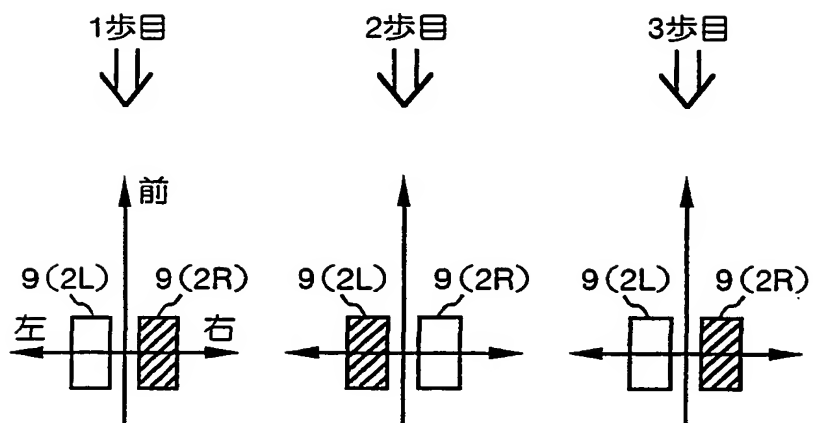
FIG. 6



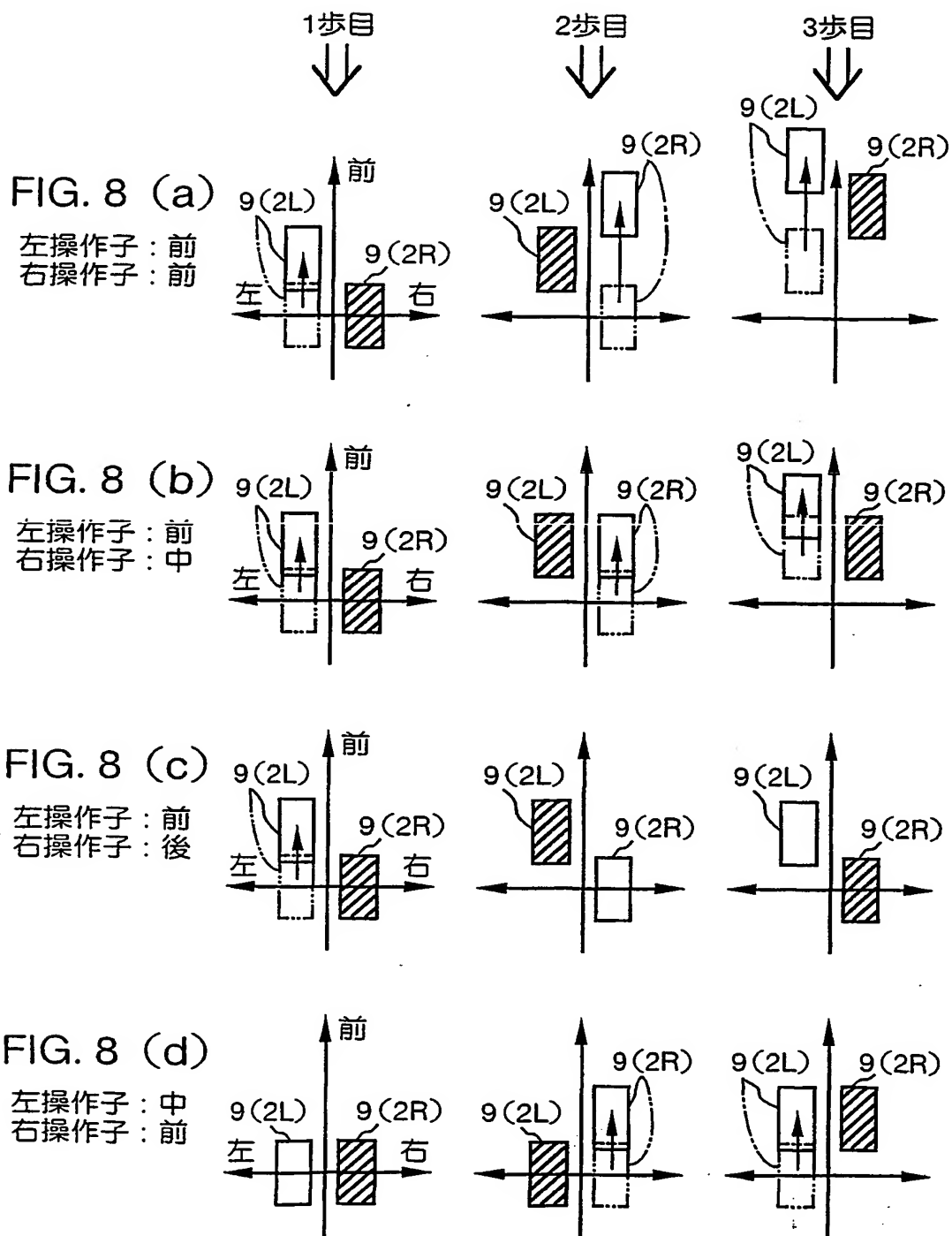
7/14

FIG. 7

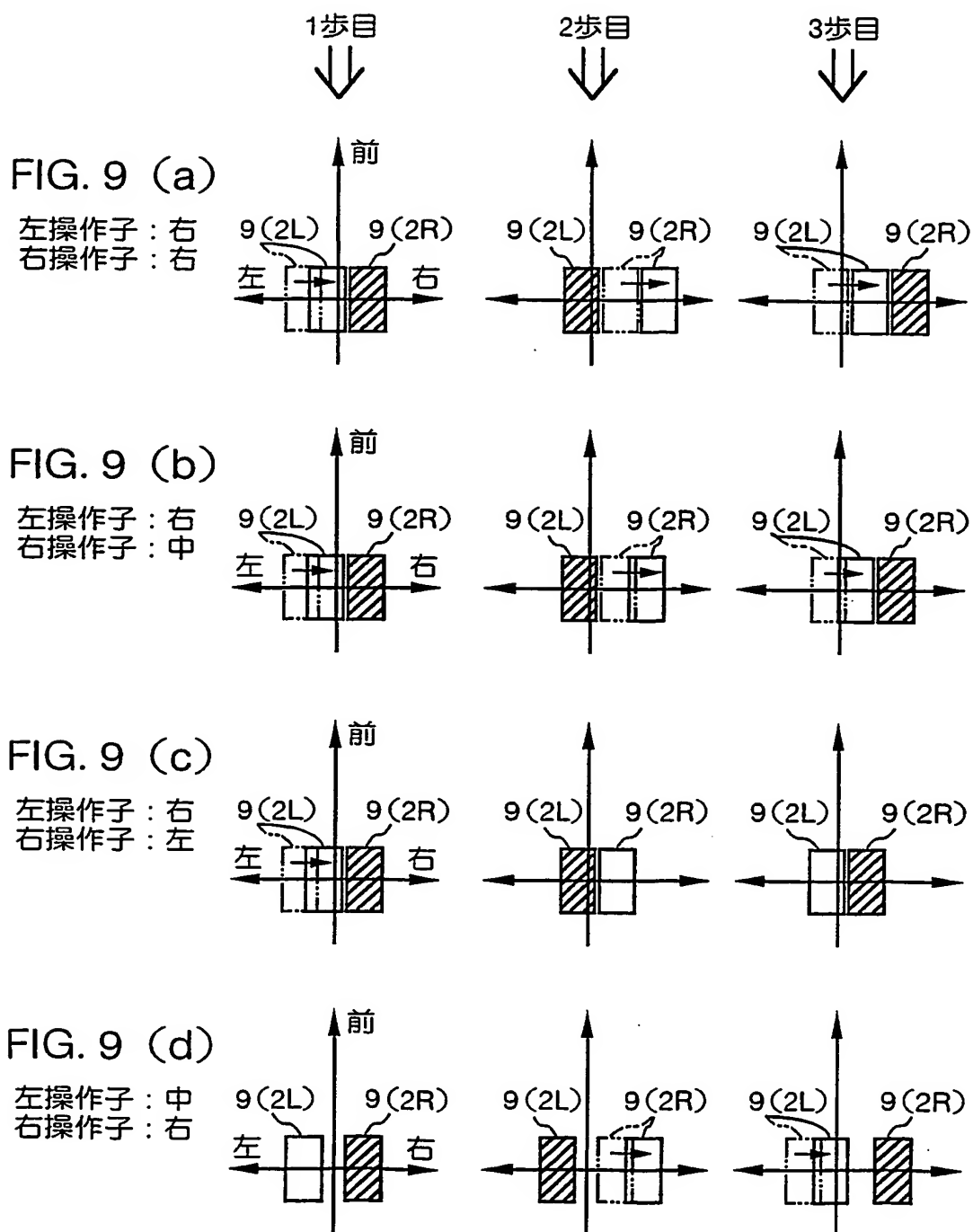
左操作子：中，右操作子：中



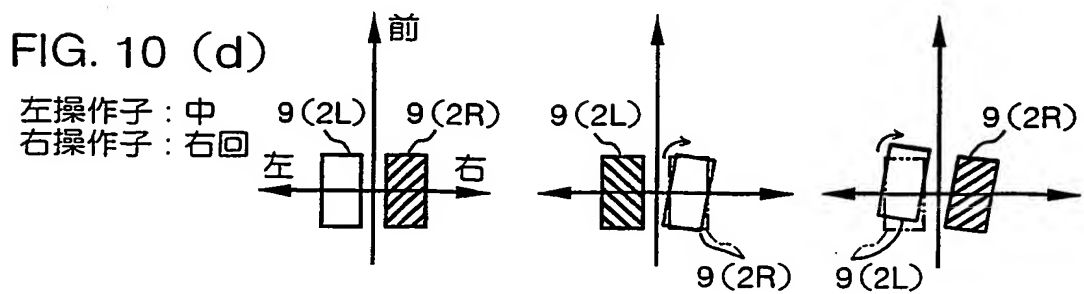
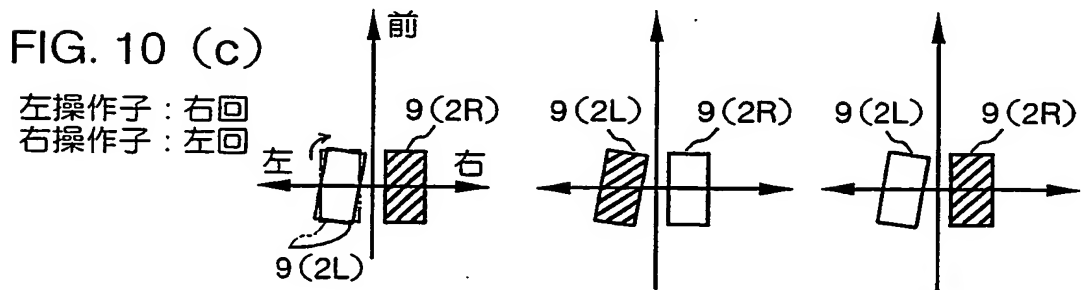
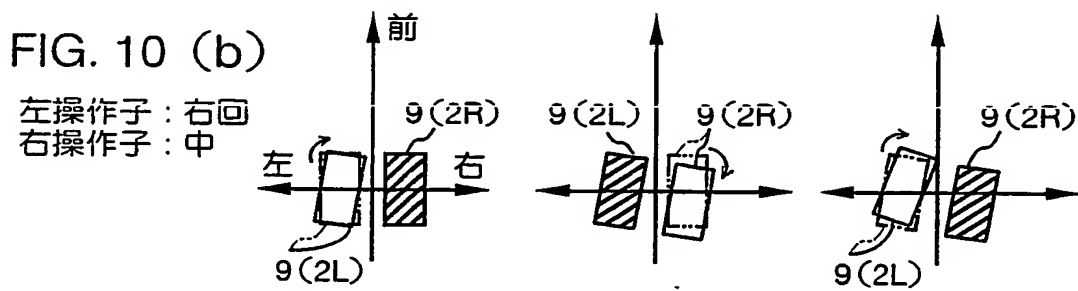
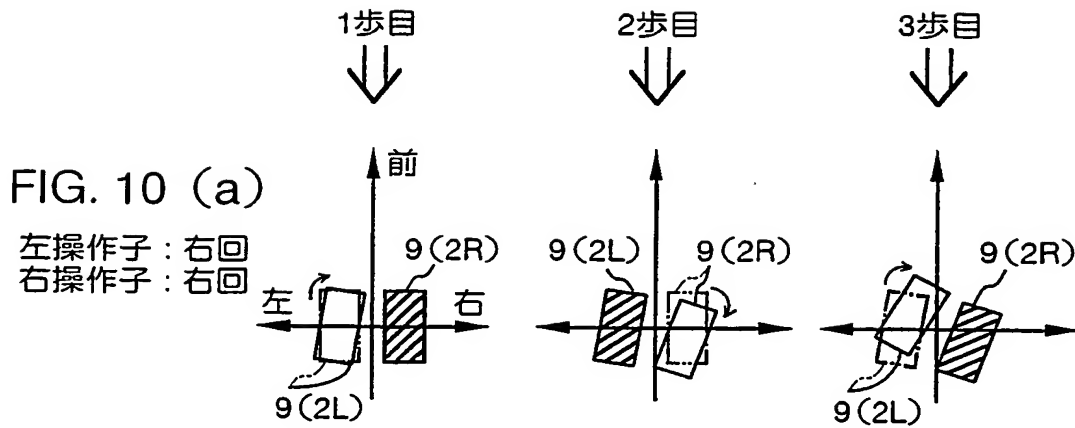
8/14



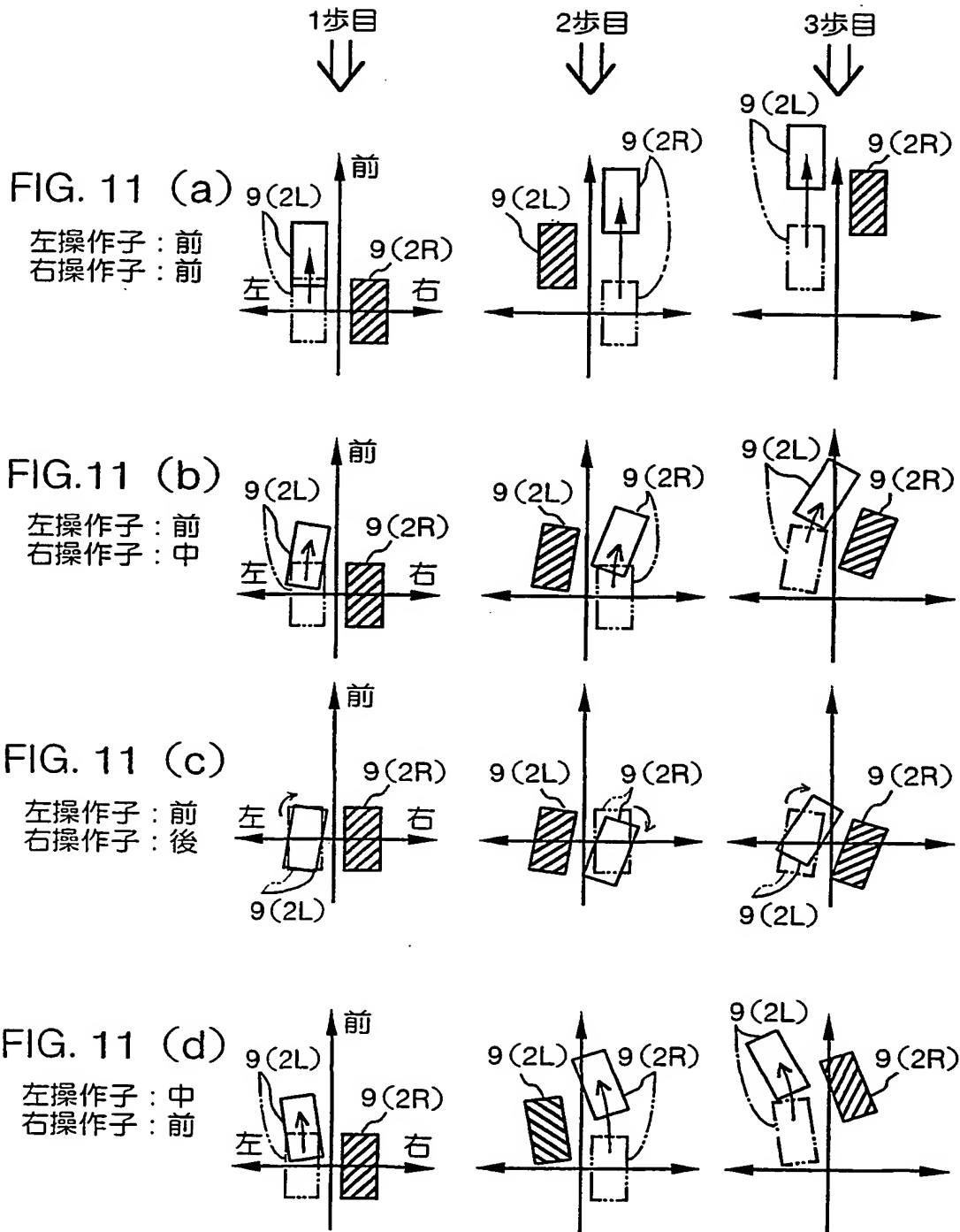
9/14



10/14



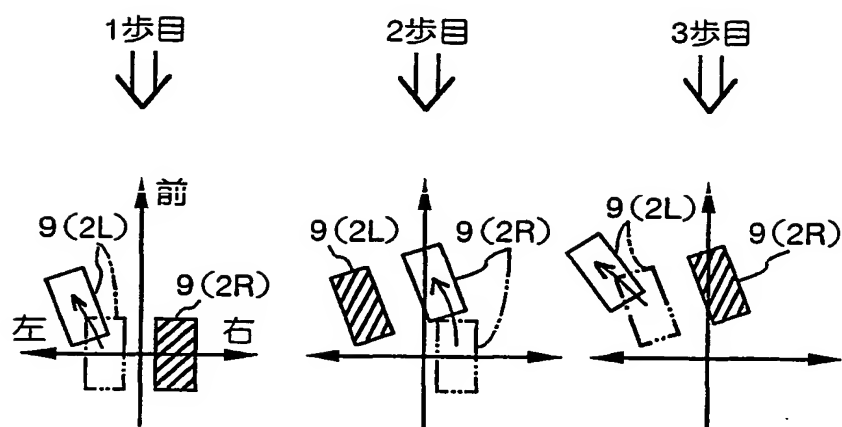
11/14



12/14

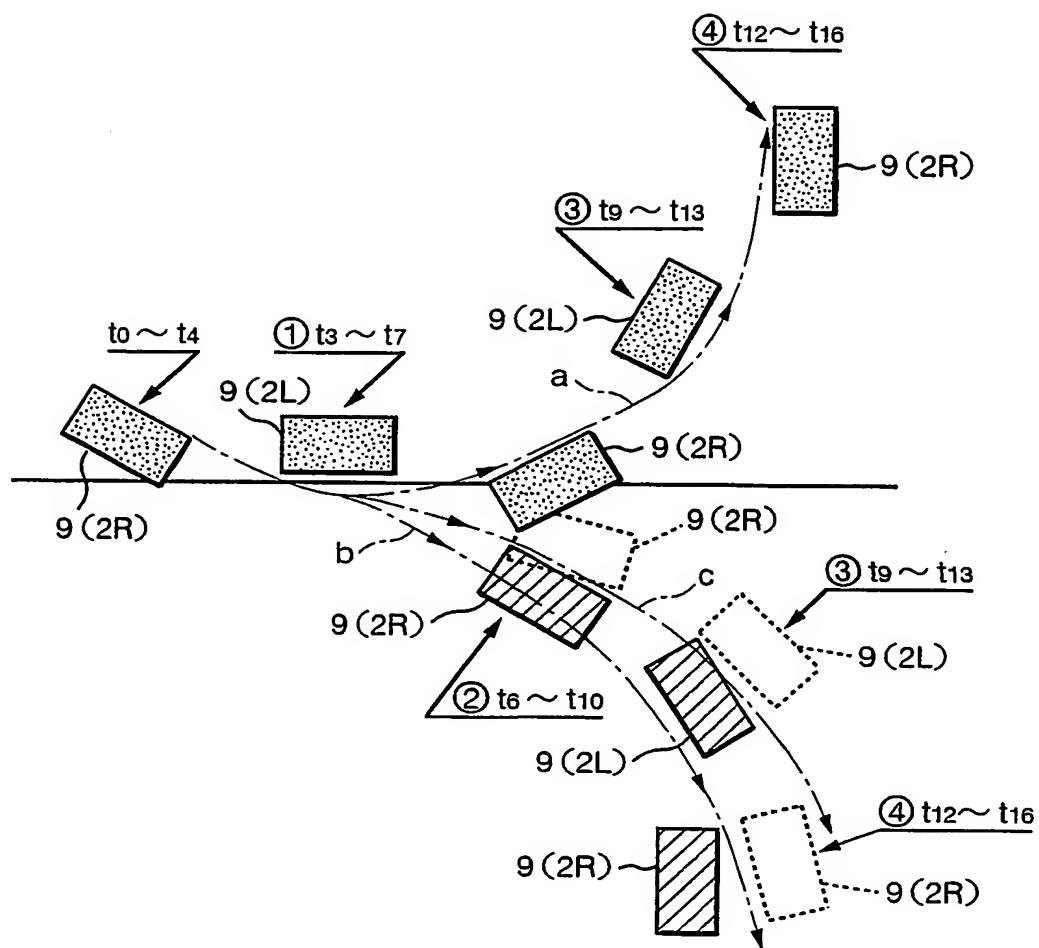
FIG. 12

左操作子：前 & 左 & 左回
右操作：中

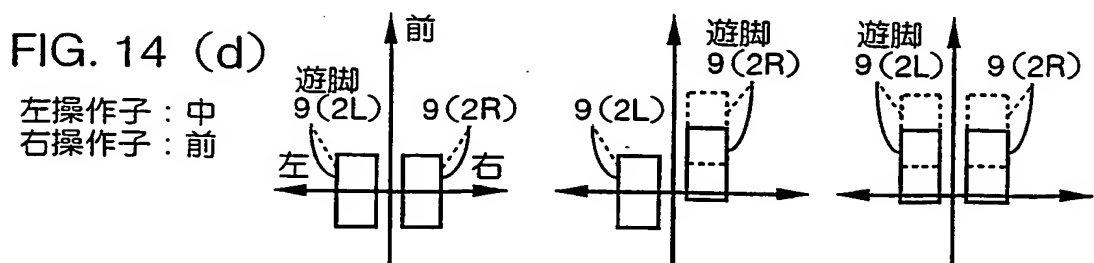
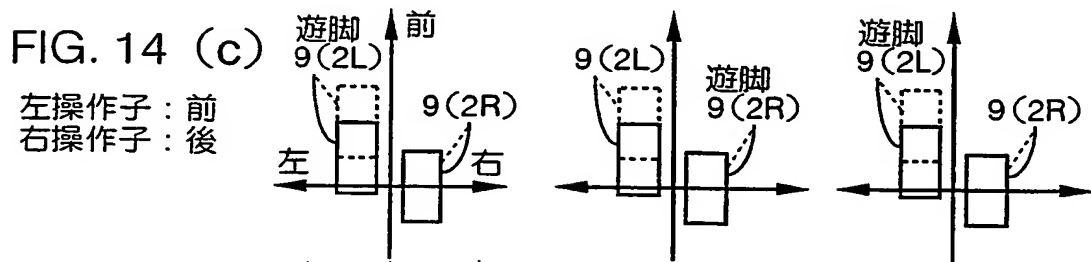
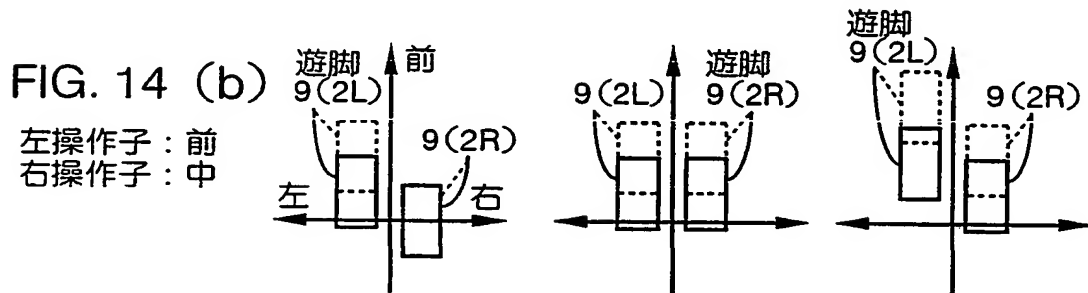
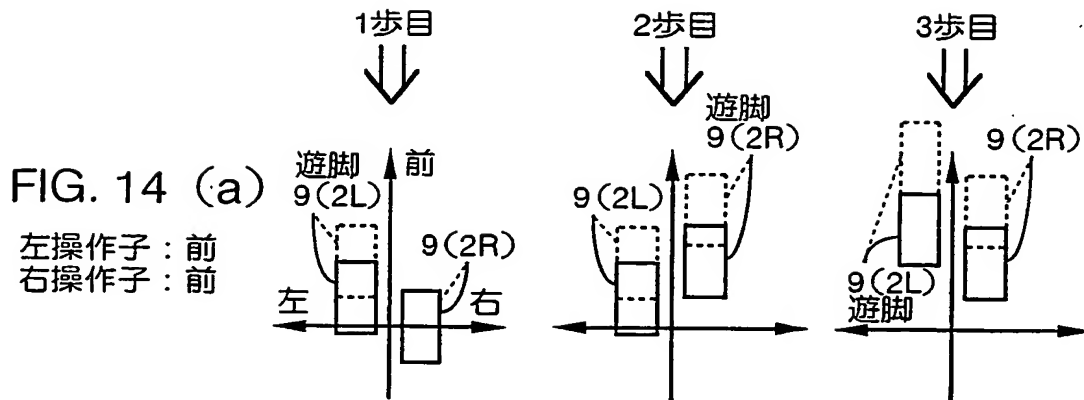


13/14

FIG. 13



14/14



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/10032

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ B25J 5/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl⁷ B25J 5/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1920-1998 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-1998

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 8-216066 A (Seiichiro HASEGAWA), 27 August, 1996 (27.08.1996), Par. No. [0009] (Family: none)	1-7
A	JP 10-86081 A (Honda Motor Co., Ltd.), 07 April, 1998 (07.04.1998), Claims & WO 98/004388 A1 & EP 1018467 A1	1-7
A	JP 10-217161 A (Honda Motor Co., Ltd.), 18 August, 1998 (18.08.1998), abstract & EP 856457 A2 & US 5936367 A1	1-7

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
12 February, 2002 (12.02.02)

Date of mailing of the international search report
26 February, 2002 (26.02.02)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ B25J 5/00

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
Int. Cl⁷ B25J 5/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1920-1998年
日本国公開実用新案公報 1971-1998年
日本国登録実用新案公報 1994-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 8-216066 A (長谷川 清一郎) 1996. 08. 27, 【0009】 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 10-86081 A (本田技研工業株式会社) 1998. 04. 07, 【特許請求の範囲】 & WO 98/004388 A 1 & EP 1018467 A1	1-7
A	JP 10-217161 A (本田技研工業株式会社) 1998. 08. 18, 【要約】 & EP 856457 A2 & US 5936367 A1	1-7

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日
12.02.02

国際調査報告の発送日
26.02.02

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁 (ISA/JP)
郵便番号100-8915
東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
佐々木 正章



3C 9133

電話番号 03-3581-1101 内線 3324